

GIẢI PHÁP THÉP CÔNG CỤ TỐI ƯU CHO THÉP CƯỜNG ĐỘ CAO (AHSS)

TẬP TRUNG TOÀN DIỆN VÀO THÉP CÔNG CỤ LUYỆN KIM BỘT
VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN, VANADIS 8 SUPERCLEAN, VÀ
VANCRON SUPERCLEAN



Anders Sahlén – Giám đốc sản phẩm, Uddeholm

KHÁI QUÁT

Việc sử dụng ngày càng rộng rãi Thép Cường Độ Cao Tiên Tiến (AHSS) trong sản xuất hiện đại, đặc biệt là trong ngành công nghiệp ô tô, đặt ra nhu cầu đáng kể về vật liệu gia công khuôn mẫu. Lực dập lớn, bị mài mòn nhanh, và nguy cơ dễ nứt mẻ và bị mòn dính đòi hỏi phải có các giải pháp tiên tiến. Bài viết này sẽ phân tích hiệu suất của các loại thép công cụ luyện kim bột: Vanadis 4 Extra SuperClean, Vanadis 8 SuperClean, Vancron SuperClean và Caldie - 4 loại thép công cụ hiệu suất cao được thiết kế chuyên biệt cho các ứng dụng gia công nguội liên quan đến thép AHSS.

Nhờ áp dụng công nghệ luyện kim bột (PM) và các kỹ thuật lọc tinh (ESR), các loại thép này có khả năng chống mòn vượt trội (mài mòn và mòn dính), và chống nứt do mỏi trong khi duy trì độ dẻo dai và ổn định kích thước cần thiết. Thép Vanadis 4 Extra SuperClean cân bằng giữa độ dẻo dai và khả năng chống mòn, Thép Vanadis 8 SuperClean hoạt động tối ưu trong điều kiện mòn khắc nghiệt, Thép Vancron SuperClean còn tích hợp thêm khả năng chống mòn dính, và Thép Caldie mang lại khả năng chống nứt mẻ vượt trội trong các ứng dụng dập thép cường độ từ trung bình đến cực cao. Có thể kéo dài tuổi thọ khuôn dập dài hơn bằng cách xi mạ thêm một lớp phủ bảo vệ bề mặt.

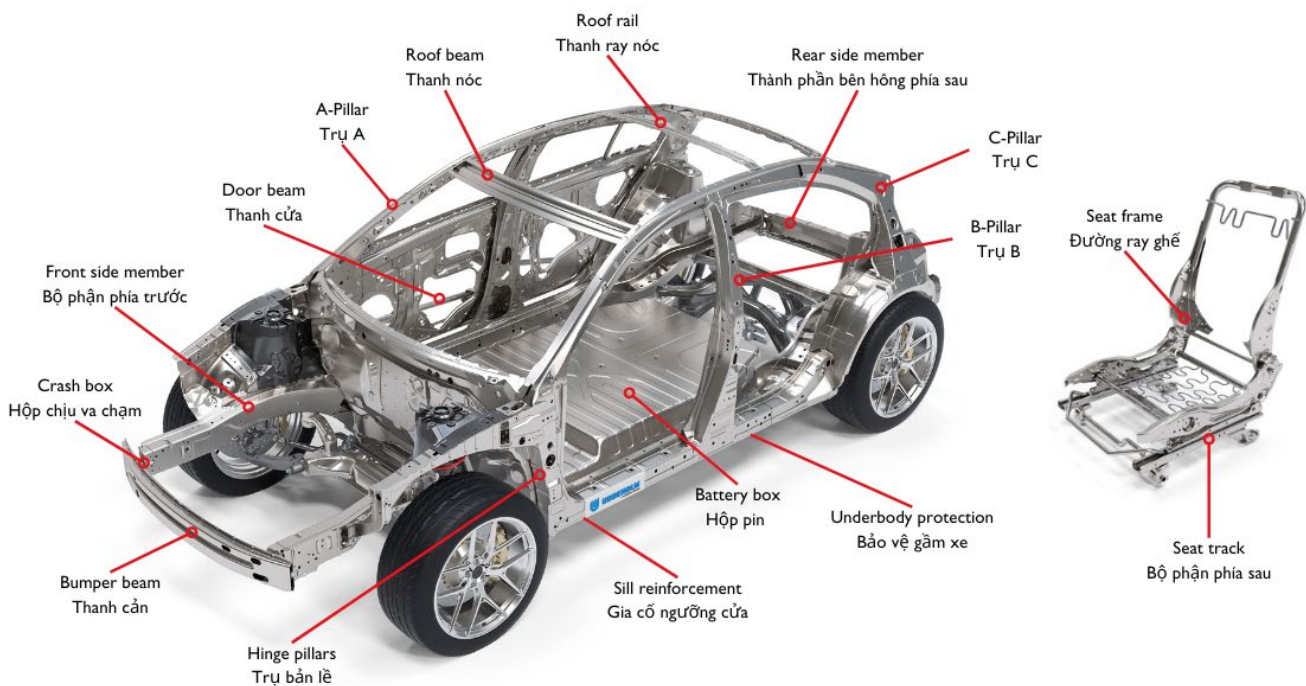
Thông qua phân tích chi tiết, bao gồm các tính chất cơ học, nguyên nhân hỏng, và các ví dụ thực tế, bài viết này làm rõ cách lựa chọn thép công cụ thích hợp giúp tăng tuổi thọ khuôn, giảm thời gian dừng, và tối ưu hóa năng suất sản xuất trong các công đoạn tạo hình và dập phôi thép AHSS mà đòi hỏi chất lượng khuôn dập một cách khắc khe.

THÉP CƯỜNG ĐỘ CAO TIỀN TIẾN

Tính bền vững, hiệu quả, và sự an toàn là trọng tâm của các ưu tiên sản xuất toàn cầu hiện nay, đặc biệt là trong ngành công nghiệp ô tô. Thép Cường Độ Cao Tiên Tiến (AHSS) đóng vai trò then chốt trong việc hiện thực hóa các mục tiêu này, giúp giảm trọng lượng tối ưu mà vẫn đảm bảo độ bền cao và khả năng chịu va đập vượt trội. Nhờ thép AHSS mà các nhà sản xuất xe sản xuất ra những chiếc xe nhẹ hơn, an toàn hơn, và tiết kiệm nhiên liệu hơn, từ đó giảm lượng khí thải và tác động chung đối với môi trường.



Việc sử dụng thép AHSS đang mở rộng nhanh chóng do các quy định nghiêm ngặt về khí thải và nhu cầu thiết kế kết cấu nhẹ với chi phí tối ưu. Nó đã trở thành vật liệu chủ chốt trong sản xuất các linh kiện kết cấu ô tô như trụ B, dầm chịu va chạm, và vỏ pin cho xe điện (EV) và các mẫu xe lai. Xu hướng này đang tăng tốc trên toàn cầu, khi mà các mục tiêu bền vững và chính sách từ chính phủ đang tái định hình ngành công nghiệp ô tô.



Mặc dù mang lại nhiều lợi ích, thép AHSS cũng đi kèm với những thách thức đáng kể. Độ bền cao và vi cấu trúc tiên tiến của nó khiến cho việc xử lý gia công trở nên khó khăn hơn, cụ thể là trong các ứng dụng gia công nguội như tạo hình, dập phôi, và đột dập. Những thách thức này thể hiện qua các vấn đề nghiêm trọng sau:

Mài Mòn: Độ cứng cao của thép AHSS làm tăng mức mài mòn trên khuôn dập, nhanh chóng làm trầy xước và mài mòn bề mặt khuôn khi vật liệu được dập tạo hình hoạt động như giấy nhám, liên tục cào xước và làm mòn bề mặt khuôn. Điều này dẫn đến khuôn bị mòn nhanh chóng, mất góc cạnh, mất hiệu suất và giảm tuổi thọ trong quá trình gia công dập tạo hình.

Mòn Bám Dính : Khi tạo hình thép AHSS không gỉ hoặc có lớp xi mạ, ma sát mạnh giữa khuôn dập và vật liệu dập có thể khiến cho vật liệu dập dính vào bề mặt khuôn. Hiện tượng này tạo ra các vùng gồ ghề, rách xước và làm hỏng cả khuôn dập và vật liệu dập.

Mẻ và Nứt: Lực cơ học lớn khi gia công thép AHSS có thể dẫn đến mẻ (những mảnh nhỏ tách ra khỏi mép của khuôn) và nứt (vết nứt xuất hiện và lan ra do ứng suất lặp lại). Điều này thường xảy ra trong quá trình dập phôi hoặc tạo hình phôi, làm giảm tuổi thọ và độ chính xác của khuôn.

Biến Dạng Dẻo: Dưới áp lực tiếp xúc cao trong quá trình tạo hình và dập phôi AHSS, thép khuôn tiêu chuẩn có thể bị uốn cong hoặc móp vênh vẹo. Điều này làm ảnh hưởng đến hình dạng và độ chính xác của khuôn, dẫn đến chất lượng sản phẩm kém và nhu cầu bảo trì tăng cao.

Cường độ của thép AHSS quyết định liệu một bộ khuôn có giữ được hình dạng hay bị biến dạng dẻo, nhưng chính các vi cấu trúc độc đáo trong AHSS mới là yếu tố then chốt trong quá trình tương tác với khuôn trong quá trình sản xuất. Mỗi pha - dù là ferrite, martensite, bainite, hay austenite - đều có những thách thức riêng, ảnh hưởng đến hiệu suất của khuôn thông qua hiện tượng mài mòn, mòn dính, hoặc biến dạng dẻo.

THÉP TẮM AHSS ĐIỂN HÌNH VÀ CẤU TRÚC CỦA NÓ		
Loại AHSS	Cấu trúc	Độ Bền Điển Hình (MPa)
Pha Kép (DP)	Ferrite + Martensite	500–1000
Pha Phức (CP)	Ferrite + Bainite + Martensite	780–1000
Martensitic (MS)	Martensite	1100–1400
Ferritic-Bainitic (FB)	Ferrite + Bainite	600–800
TRIP	Ferrite + Bainite + Austenite	500–700
TWIP	Austenite + Song Tính	900–1200

Bảng 1. Loại thép tấm AHSS và vi cấu trúc của nó

Ferrite: Gây dính, dẫn đến Mòn Dính

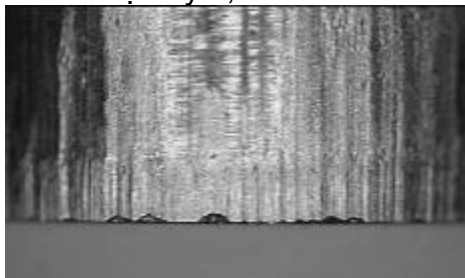
Martensite: Dẫn đến Mài Mòn và mẻ cạnh.

Bainite: Góp phần tạo nên sự kết hợp giữa Mài Mòn và Mòn Dính. Ngoài ra, có tính dính nhất định.

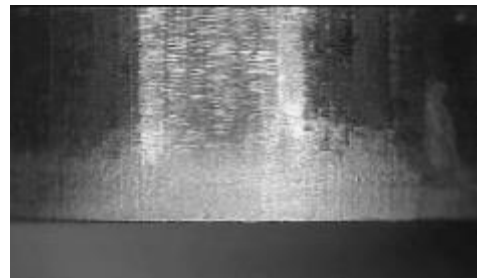
Austenite, đặc biệt là trong thép TRIP và TWIP, gây ra Biến Dạng Dẻo và hư hỏng do ứng suất cục bộ bắt nguồn từ tốc độ tối cao.

Hiểu được những mối liên kết này giúp nhà sản xuất lựa chọn giải pháp thích hợp. Và điều này thường đòi hỏi sự kết hợp khác nhau giữa độ cứng, khả năng chống mòn, độ dẻo dai và tính ổn định kích thước.

Dưới đây là ví dụ về Vanadis 4 Extra sau khi dập tấm thép cường độ cao tiên tiến (AHSS) điển hình với độ dày 1,5 mm

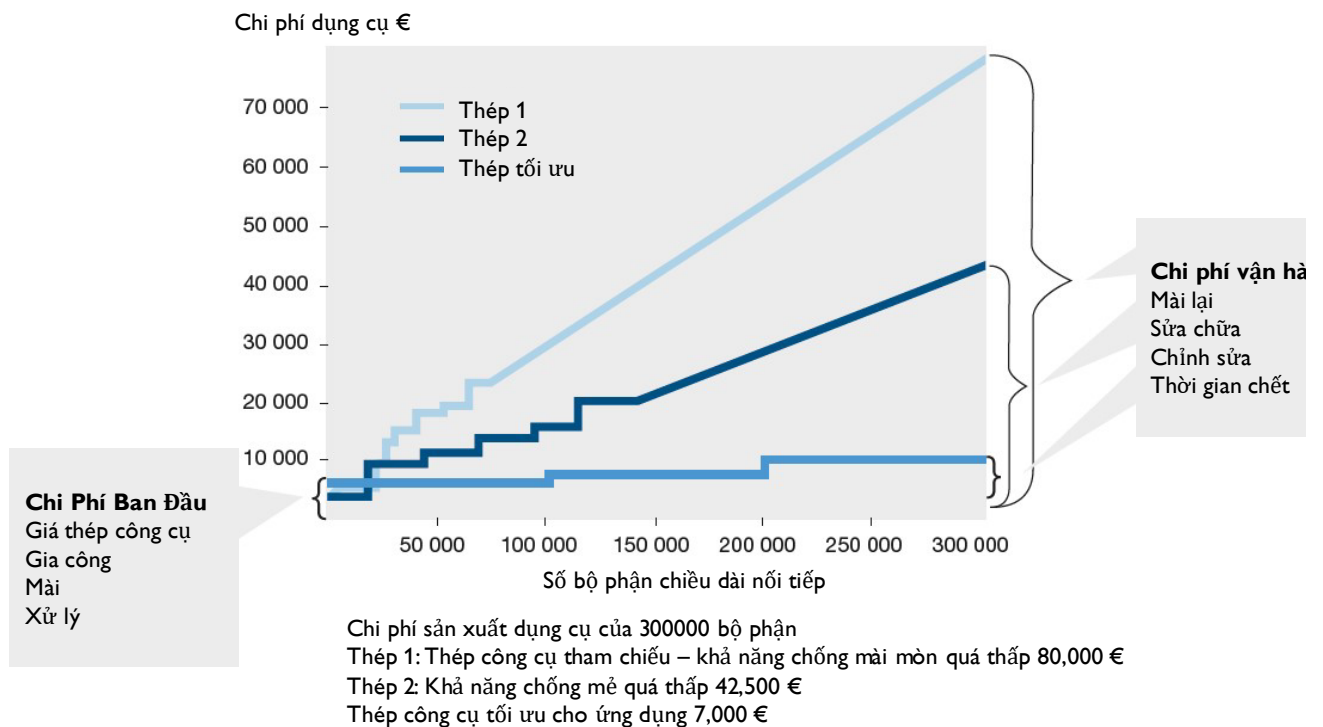


Hình 1. AISI D2, 50000 chi tiết



Hình 2. Vanadis 4 Extra SuperClean, 50 000 chi tiết

Các loại thép truyền thống gặp khó khăn trong việc đáp ứng các yêu cầu ngày càng cao của thép cường độ cao tiên tiến (AHSS), thường dẫn đến hỏng hóc khuôn, thời gian dừng, và gia tăng chi phí bảo trì.



Hình 3: Bảng tính tổng chi phí dụng cụ. Các bậc trên đường vẽ thể hiện chi phí phục hồi dụng cụ.

GIẢI PHÁP CỦA ASSAB CHO THÉP AHSS

ASSAB đã phát triển các giải pháp thép công cụ hiệu suất cao nhằm đáp ứng những thách thức của AHSS. Năm loại thép nổi bật của Assab bao gồm Caldie, Unimax, Vanadis 4 Extra, Vanadis 8 SuperClean, và Vancron SuperClean. Các loại thép này làm nổi bật các tính chất, ưu điểm, và các ứng dụng lý tưởng riêng của chúng mang lại lợi thế vượt trội và phù hợp tối ưu cho các ứng dụng gia công và cắt AHSS.

Thép Công Cụ Luyện Kim Bột (PM)

Quy trình Luyện Kim Bột (PM) đại diện cho công nghệ tiên tiến nhất trong sản xuất thép công cụ. PM tạo ra các hạt carbide nhỏ, phân bố đồng đều, giúp cải thiện đáng kể khả năng chống mài mòn, độ bền va đập và tính đồng nhất của thép. Điều này làm cho thép PM trở thành giải pháp lý tưởng cho các ứng dụng đòi hỏi hiệu suất cực cao, chẳng hạn như dập phôi và tạo hình AHSS.

Vanadis 4 Extra SuperClean

Thành phần của Vanadis 4 Extra, được tối ưu hóa với sự kết hợp của **chromium**, **molybdenum** và **vanadium** tạo nên vi cấu trúc với các carbide phân bố đồng đều. Quy trình PM được kiểm soát chặt chẽ này mang lại các đặc tính vượt trội như:

Khả Năng Chống Mài Mòn và Mòn Bám Dính Cao: Cấu trúc vi mô với các hạt carbide phân bố đồng đều giúp nâng cao khả năng chống mài mòn, đặc biệt đối với các hư hỏng do mài mòn thường thấy trong các hoạt động dập phôi và tạo hình với AHSS.

Độ Dẻo và Khả Năng Chống Mẻ Xuất Sắc: Trong trường hợp nguyên nhân hỏng do giòn có thể gây hậu quả nghiêm trọng, Vanadis 4 Extra thể hiện độ dẻo dai cao, giúp giảm đáng kể nguy cơ mẻ hoặc nứt, cụ thể là ở điều kiện chịu tải tuần hoàn cao.



Hình 1. So sánh thử nghiệm uốn 4 điểm với loại PM 23, độ cứng 60-62 HRC.

Ổn định kích thước: Mức độ biến dạng tối thiểu trong quá trình xử lý nhiệt và hiệu ứng lão hóa tối thiểu trong quá trình vận hành đảm bảo độ chính xác và tính nhất quán trong hiệu suất của khuôn mẫu, một yếu tố rất quan trọng đối với các ứng dụng có độ chính xác cao.

Khả năng gia công và tính thực tiễn

Về mặt sản xuất, Vanadis 4 Extra mang lại những lợi thế đáng kể về khả năng dễ gia công và dễ mài, những tính chất không phải lúc nào cũng có ở thép công cụ hợp kim cao. Điều này giúp tối ưu hóa quy trình chế tạo và hoàn thiện dụng cụ, cho phép nhà sản xuất duy trì độ chính xác cao mà không phát sinh chi phí gia công quá lớn.

Vanadis 4 Extra SuperClean rất phù hợp cho các ứng dụng mà AHSS đặt ra các điều kiện khắc nghiệt lên thép khuôn, chẳng hạn như:

- Các loại thép khuôn chịu tải trọng tuần hoàn, yêu cầu cân bằng giữa khả năng chống mài mòn và độ dẻo dai để ngăn ngừa khuôn bị hư hỏng sớm.
- Các loại thép khuôn phải chịu được ứng suất cơ học cao trong quá trình tạo hình và phải có khả năng chống lại cả biến dạng dẻo và nứt do mỏi.
- Khả năng duy trì hiệu suất trong những môi trường khắc nghiệt này khiến Vanadis 4 Extra SuperClean trở thành một sản phẩm “đa năng” tối ưu trong đó các loại thép khuôn truyền thống thường không đáp ứng được độ bền cần thiết.

Vanadis 8 SuperClean

Thành phần của Vanadis 8 SuperClean, với hàm lượng vanadium cao và thành phần hợp kim tối ưu tạo ra một loại thép công cụ có phân bố carbide mịn và đồng đều. Vi cấu trúc tiên tiến này mang lại hiệu suất tuyệt vời về khả năng chống mài mòn, khiến cho nó trở nên rất phù hợp với các ứng dụng đòi hỏi khắt khe với chu kỳ sản xuất dài và điều kiện mài mòn cao.

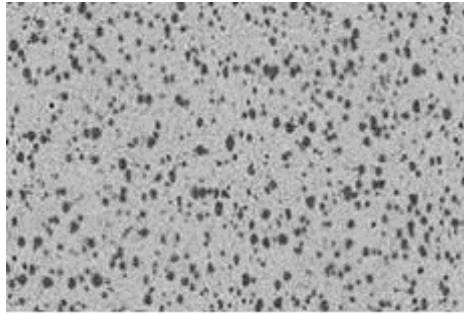


Figure 1. Vanadis 8 SuperClean, 15% MC carbides

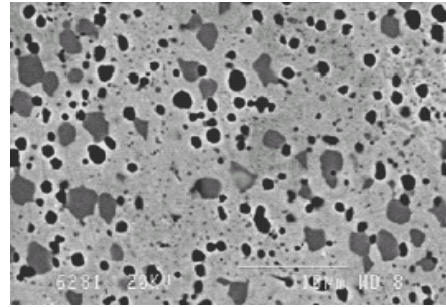


Figure 6. PM grade that contains 13% (9% MC+ 3% M7C) mixed size carbides

Cấu Trúc Carbide Làm Tăng Tuổi Thọ Của Khuôn Như Thế Nào

Tỉ lệ vanadium carbide mịn cao trong Vanadis 8 SuperClean mang lại khả năng chống mài mòn tối đa, điều này là rất quan trọng khi gia công với các vật liệu cứng, và có tính mài mòn như AHSS. Các carbide mịn đóng vai trò như một lớp bảo vệ, chống lại hiện tượng cắt vi mô xảy ra khi các hạt cứng trượt trên bề mặt khuôn.

Các khuôn được làm từ Vanadis 8 SuperClean duy trì độ sắc bén của lưỡi cắt và độ chính xác kích thước lâu hơn đáng kể. Trong khi các carbide lớn, thô, và hỗn hợp trong thép gió có thể tạo ra sự tập trung ứng suất và gây ra hiện tượng nứt và mẻ, thì các loại carbide mịn, phân bố đều trong Vanadis 8 SuperClean sẽ giảm thiểu rủi ro này.

Đồng thời, cấu trúc đồng nhất và siêu sạch của nó làm tăng độ dẻo của thép, cho phép thép hấp thụ tải trọng cao hơn mà không bị mẻ hoặc nứt.

Độ cứng cao của các carbide nhỏ giúp cải thiện khả năng chống mòn cạnh sớm, đảm bảo tuổi thọ khuôn lâu hơn ngay cả trong điều kiện tải trọng lớn.

Sự kết hợp này làm cho Vanadis 8 SuperClean trở thành thép khuôn lý tưởng cho các chu trình sản xuất dài, nơi khuôn phải chịu mài mòn khắc nghiệt và ứng suất cao, chẳng hạn như trong các hoạt động đột dập phôi thép AHSS.

Bằng cách tận dụng độ cứng và độ ổn định của vanadium carbide, Vanadis 8 SuperClean không chỉ kéo dài tuổi thọ của khuôn mà còn nâng cao hiệu suất sản xuất tổng thể, giảm chi phí bảo trì và thay thế dụng cụ.

Vancron SuperClean

Vancron SuperClean là một loại thép PM hợp kim nitrogen và nổi bật so với các loại thép công cụ hiệu suất cao khác nhờ thành phần hợp kim nitrogen độc đáo kết hợp với công nghệ Luyện Kim Bột (PM). Vì cấu trúc tiên tiến này mang lại sự cân bằng giữa khả năng chống mài mòn, chống mòn dính, làm cho Vancron SuperClean trở nên đặc biệt hiệu quả

trong các ứng dụng tạo hình và dập phôi, trong đó mà hiện tượng mòn bám dính là một thách thức chính.



Hình 7. Lỗ dập bị ăn mòn nghiêm trọng

Carbonitride Giàu Nitrogen – Khả Năng Chống Mòn Dính Tích Hợp

Quá trình tạo hợp kim nitrogen dẫn đến sự hình thành cacbonitride giàu nitrogen, tạo ra một bề mặt ma sát thấp một cách tự nhiên. Không giống như lớp phủ bên ngoài có thể bị mòn hoặc tách lớp theo thời gian, tính chất này vốn có ở cấu trúc vật liệu. Bề mặt nhẵn, ma sát thấp giúp giảm thiểu độ bám dính giữa kim loại với kim loại, giảm nguy cơ mòn dính trong điều kiện áp lực tiếp xúc cao và trượt, cụ thể là khi gia công với thép AHSS có lớp phủ (ví dụ: thép mạ kẽm hoặc nhôm).

Ngoài khả năng chống mòn dính, vanadium carbonitride phân bố mịn còn mang lại khả năng chống mài mòn vượt trội. Điều này giúp công cụ duy trì độ sắc bén và hiệu suất trong thời gian dài, ngay cả trong môi trường có độ mài mòn cao.

Vancron SuperClean đặc biệt phù hợp cho các ứng dụng yêu cầu hiệu suất ổn định và bền bỉ trong thời gian dài:

- Khuôn mẫu tạo hình cho AHSS có lớp phủ, chẳng hạn như tấm mạ kẽm (GI/GA) hoặc nhôm.
- Khuôn đột dập phôi yêu cầu ma sát thấp và khả năng chống mài mòn cạnh cao.
- Các quy trình dập và tạo hình phức tạp với áp lực trượt lớn và diện tích tiếp xúc bề mặt cao.

Bằng cách loại bỏ nhu cầu sử dụng lớp phủ bổ sung, Vancron SuperClean đơn giản hóa việc bảo trì dụng cụ trong khi vẫn mang lại hiệu suất nhất quán. Tính chất tự bôi trơn mang lại một đặc điểm có một không hai cho các ứng dụng khi vật liệu gia công bám vào dụng cụ và loại bỏ nguy cơ hỏng hóc và hạn chế việc thay thế khuôn không cần thiết.

KẾT LUẬN

Việc sử dụng ngày càng nhiều Thép Cường Độ Cao Tiên Tiến (AHSS) trong sản xuất hiện đại đặt ra những thách thức đáng kể, cụ thể là đối với vật liệu thép khuôn dễ bị mài mòn, mòn dính, và mẻ. Thép khuôn hiệu suất cao của ASSAB - Vanadis 4 Extra SuperClean, Vanadis 8 SuperClean, và Vancron SuperClean - được phát triển đặc biệt để giải quyết những vấn đề này và kéo dài tuổi thọ công cụ trong các ứng dụng gia công nguội đòi hỏi yêu cầu khắt khe.

Vanadis 4 Extra SuperClean mang lại sự cân bằng tuyệt vời giữa khả năng chống mòn và độ dẻo dai, khiến cho nó trở thành sự lựa chọn linh hoạt cho các ứng dụng đòi hỏi cả độ bền và khả năng chống mẻ.

Vanadis 8 SuperClean hoạt động xuất sắc trong môi trường chủ yếu bị mài mòn, mang lại khả năng giữ cạnh và tuổi thọ công cụ vượt trội cho các chu kỳ sản xuất dài.

Vancron SuperClean, với thành phần cacbonitride giàu nitrogen, với khả năng chống mòn dính vốn có và giảm thiểu nhu cầu xi mạ bề mặt, khiến cho nó trở nên đặc biệt hiệu quả trong việc tạo hình thép AHSS có có xi mạ bề mặt.

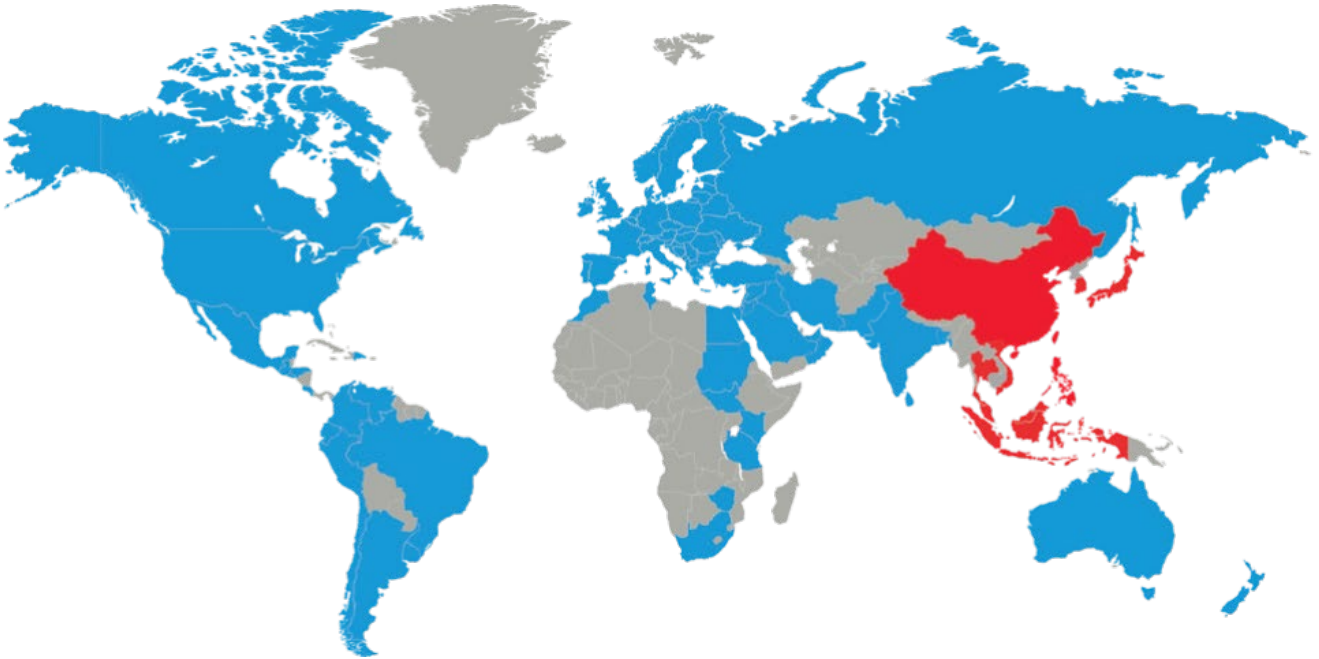
Bằng cách lựa chọn loại thép công cụ thích hợp với những thách thức cụ thể - cho dù là mòn dính, mài mòn, hay mẻ - các nhà sản xuất có thể nâng cao năng suất, giảm thời gian dừng và đạt được kết quả đồng nhất, chất lượng cao khi gia công vật liệu AHSS.

Lựa chọn thép Vanadis 4 Extra SuperClean, Vanadis 8 SuperClean, và Vancron SuperClean			
Thép Công Cụ	Ưu Điểm Chính	Ứng dụng	Lý tưởng để
Vanadis 4 Extra SuperClean	Cân bằng giữa độ dẻo và khả năng chống mòn	Dụng cụ dập phôi, tạo hình, và dập cho thép AHSS	Các ứng dụng đòi hỏi sự cân bằng giữa độ dẻo và khả năng chống mòn để ngăn ngừa hỏng khuôn sớm.
Vanadis 8 SuperClean	Khả năng chống mài mòn xuất sắc	Đốt dập phôi khối lượng lớn thép AHSS	Môi trường có độ mài mòn cực cao, nơi độ sắc bén của cạnh cần được duy trì tối đa.
Vancron SuperClean	Khả năng chống mòn dính cao, ma sát thấp	Dụng cụ tạo hình cho thép AHSS có lớp phủ (ví dụ: thép mạ kẽm)	Các ứng dụng trong đó hiện tượng mòn dính là chủ yếu, và không cần xi mạ bề mặt.

Bảng 2. Các giải pháp của ASSAB trong các môi trường khác nhau

Bằng cách tận dụng các tính chất độc đáo của các loại thép công cụ tiên tiến này, các nhà sản xuất có thể tối ưu hóa hiệu suất gia công và giải quyết những thách thức đa dạng được đặt ra.





Chọn đúng loại thép là rất quan trọng. Các kỹ sư và nhà luyện kim của ASSAB sẵn sàng hỗ trợ bạn trong việc lựa chọn loại thép tốt nhất và quy trình xử lý phù hợp nhất cho từng ứng dụng. ASSAB không chỉ cung cấp các sản phẩm thép chất lượng cao mà còn cung cấp các dịch vụ gia công, xử lý nhiệt, xử lý bề mặt hiện đại và in 3D bột kim loại để nâng cao hiệu suất công cụ, đồng thời đáp ứng yêu cầu của khách hàng trong thời gian ngắn nhất. Với phương pháp tiếp cận toàn diện như một nhà cung cấp giải pháp trọn gói, Assab không chỉ mà còn hơn là một nhà cung cấp thép công cụ thông thường khác.

Tại khu vực Châu Á Thái Bình Dương, ASSAB chịu trách nhiệm về mạng lưới phân phối của Uddeholm, nhà sản xuất thép công cụ Thụy Điển với hơn 350 năm kinh nghiệm trong ngành công nghiệp thép công cụ. Cả hai **công ty** đều là một phần không thể thiếu của tập đoàn voestalpine AG, một tập đoàn nổi tiếng của Áo được niêm yết trên thị trường chứng khoán Vienna từ năm 1995. Cùng nhau, chúng tôi khẳng định vị thế là một yếu tố chủ chốt trong ngành thép và công nghệ, với một loạt các sản phẩm và dịch vụ đa dạng.

For more information, please visit

www.assab.com

