PremFixer Fasteners

SÁCH TRẮNG KỸ THUẬT

Hệ thống liên kết trục xoay

cho xe đạp hai giảm xóc

Bề mặt lắp ghép · Vật liệu · Xác nhận thiết kế

BẢN TRỰC QUAN HOÀN CHỈNH — CHỈ LÀ CONCEPT

Toàn bộ 37 hình minh họa trong nội dung và hình bìa là các hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm, với chữ xuất bản được tạo bằng chương trình. Không hình nào ghi nhận một cấu hình sản phẩm, nhà máy, hồ sơ kiểm tra, kết quả thử nghiệm phòng thí nghiệm hoặc hiện trường, chứng nhận, trường hợp khách hàng hay dữ liệu hiệu năng đã xác minh của PremFixer Fasteners. Bằng chứng công khai chỉ hỗ trợ cơ sở lý luận kỹ thuật; các tuyên bố cụ thể cho sản phẩm vẫn phải hoàn tất việc đóng bằng chứng được nêu trong sách trắng này.

«Sách trắng kỹ thuật: Giải pháp hệ thống liên kết trục xoay hiệu suất cao cho xe đạp hai giảm xóc»

Giải pháp hệ thống chi tiết liên kết trục xoay hiệu suất cao cho xe đạp hai giảm xóc — Sách trắng kỹ thuật

Phụ đề

Bộ liên kết trục xoay hoàn chỉnh theo từng mẫu xe, lộ trình gia công CNC cho bu-lông trục xoay và giải pháp kỹ thuật một cửa cho sản xuất xe đạp hai giảm xóc

Định vị giải pháp: Bộ chi tiết liên kết trục xoay hoàn chỉnh theo từng mẫu xe · Giải pháp gia công CNC cho bu-lông/trục xoay · Giải pháp kỹ thuật một cửa

Phiên bản: V2.0 — Bản bằng chứng
Đơn vị phát hành: PremFixer Fasteners
Loại tài liệu: Sách trắng kỹ thuật
Ngày chốt dữ liệu nghiên cứu: 2026-08-10

Định vị tài liệu

Sách trắng này dành cho:

- Nhà sản xuất khung xe (Frame Manufacturers)
- Nhà máy lắp ráp xe đạp hai giảm xóc (Assembly Plants)
- Nhóm R&D và sản phẩm của thương hiệu MTB / E-MTB
- Nhà sản xuất cơ cấu liên kết hệ thống treo / linh kiện
- Kỹ thuật chất lượng nhà cung cấp (SQE)
- Kỹ sư thiết kế / cơ khí / chế tạo
- Bộ phận tìm nguồn cung ứng chiến lược / mua hàng
- Nhóm hậu mãi / bảo hành / dịch vụ

Mục tiêu không phải là thảo luận “một con vít nên bán với giá bao nhiêu”, mà là thiết lập một khung câu hỏi đầy đủ hơn:

> **Chi tiết liên kết trục xoay ảnh hưởng thế nào đến an toàn kết cấu, tuổi thọ ổ trục, tính nhất quán lắp ráp, NVH, ăn mòn, bảo trì sau bán hàng và chi phí vòng đời?**

Định vị giải pháp PremFixer Fasteners

Đối với sản xuất xe đạp hai giảm xóc, PremFixer Fasteners mở rộng đối tượng giao hàng từ "một chi tiết liên kết tiêu chuẩn riêng lẻ" thành **hệ thống giải pháp chi tiết liên kết trục xoay hoàn chỉnh, được xác định theo từng mẫu xe**. Phạm vi giải pháp có thể bao phủ các loại XC, Trail, Enduro, DH và E-MTB với môi trường tải khác nhau, đồng thời thiết lập tổ hợp chi tiết liên kết tương ứng quanh khung, tay đòn, ổ trục và giao diện lắp ráp của khách hàng.

Một gói giải pháp điển hình bao gồm:

- Giải pháp gia công CNC chính xác và lộ trình DFM cho Pivot Bolt, Pivot Axle và Shoulder Bolt
- Spacer, Washer, Threaded Insert và chi tiết định vị phối hợp với vòng trong ổ trục và giao diện tay đòn
- Các chi tiết kiểm soát môi trường và lắp ráp như O-Ring, Seal, Isolation Washer, Grease và Locking Interface
- Kit chi tiết liên kết hoàn chỉnh được tổ chức theo từng vị trí trục xoay, ánh xạ BOM, trình tự lắp ráp, chiến lược khóa/bôi trơn và giao diện truy xuất nguồn gốc

Logic giải pháp một cửa của PremFixer Fasteners là:

> **Xác định mẫu xe và tải → Phân rã Pivot Interface → Thiết kế chi tiết liên kết và cụm xếp ổ trục → DFM → Gia công CNC → Chiến lược bề mặt và cách ly → Cấu hình Kit → Hỗ trợ lắp ráp → Vòng kín xác minh và truy xuất**

Định vị này mô tả phạm vi giải pháp và phương thức làm việc kỹ thuật; nó không tự động cấu thành tuyên bố về năng lực sản xuất hàng loạt hoặc hiệu năng sản phẩm đã được xác minh. Vật liệu, dung sai kích thước, mô-men, lực kẹp, Cpk, phun muối, mỏi, thời gian giao hàng và tính phù hợp theo mẫu xe cụ thể vẫn phải được đóng theo từng hạng mục trong hệ thống bằng chứng E0–E5 của sách trắng này.

Tuyên bố bằng chứng

V2.0 sử dụng “chuỗi bằng chứng kép”:

Bằng chứng tài liệu bên ngoài

Dùng để trả lời:

> Cơ chế kỹ thuật, phương pháp thử hoặc thông lệ ngành này có cơ sở công khai hay không?

Cấp nguồn:

Cấp	Loại bằng chứng	Nguồn điển hình
X1	Quy chuẩn / pháp quy	ISO, ECHA, EUR-Lex
X2	Bình duyệt đồng cấp / nghiên cứu sơ cấp	Springer, ScienceDirect, MDPI, kho luận văn đại học
X3	OEM / kỹ thuật công nghiệp	Tài liệu kỹ thuật chính thức của thương hiệu xe đạp, SKF, Henkel, v.v.
X4	Bối cảnh thị trường	Cấu hình xe hiện tại, xu hướng ngành công khai

Bằng chứng sản phẩm PremFixer Fasteners

Dùng để trả lời:

> Một SKU, một lô, một vật liệu và một quy trình cụ thể của PremFixer Fasteners thực tế đạt được điều gì trong các điều kiện thử đã xác định?

Cấp:

Cấp	Bằng chứng	Định nghĩa
E0	Giả định / mục tiêu	Chưa có thử nghiệm nội bộ; chỉ là mục tiêu, giả định hoặc hạng mục chờ xác minh
E1	Phân tích kỹ thuật	Tính toán bản vẽ, Tolerance Stack, FEA, phân tích lý thuyết
E2	Thử nghiệm linh kiện	Kích thước, vật liệu, phun muối, độ cứng, độ bền chi tiết, v.v.
E3	Thử nghiệm mối ghép / cụm phụ	Torque–Clamp, rung ngang, tháo lắp lặp lại, Bearing Stack
E4	Xác nhận cấp khung	Xác nhận ở cấp hệ thống trên khung/tay đòn thực
E5	Xác nhận hiện trường	Sản xuất hàng loạt, sử dụng dài hạn, dữ liệu Warranty / Field

Tài liệu công khai có thể chứng minh "vì sao phải thiết kế như vậy", nhưng không thể thay thế thử nghiệm sản phẩm của chính PremFixer Fasteners.

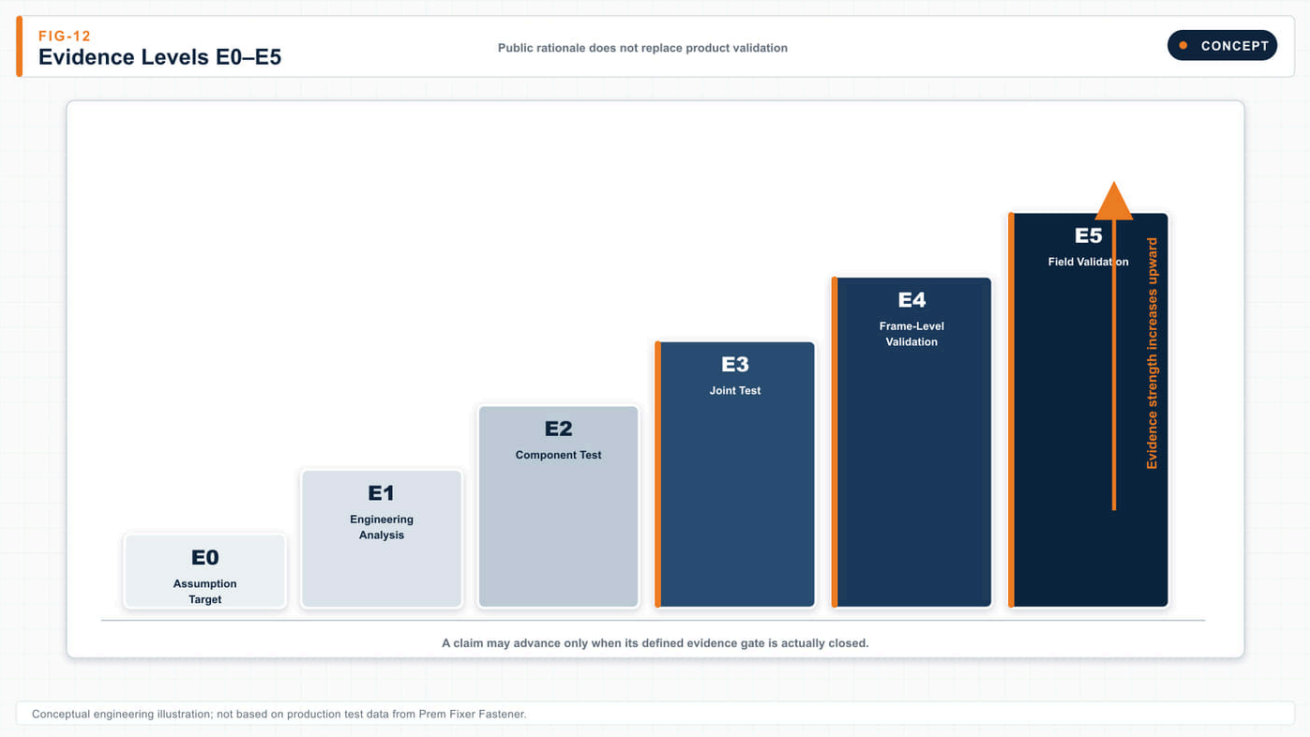


FIG-12 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-12. Các cấp bằng chứng E0–E5, từ giả định hoặc mục tiêu đến xác nhận hiện trường. Cơ sở công khai không thay thế việc xác nhận riêng cho sản phẩm. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

Các giới hạn kỹ thuật quan trọng

1. Tài liệu này không ngoại suy trực tiếp kết quả của bất kỳ bài báo đơn lẻ nào thành hiệu năng chung cho mọi Pivot Hardware.
2. Tài liệu này không quy đổi số giờ phun muối thành số năm sử dụng thực tế.
3. Tài liệu này không mô tả tiêu chuẩn chi tiết liên kết thông dụng như chứng nhận dành riêng cho xe đạp.
4. Tài liệu này không tự động mở rộng kết quả của một SKU sang toàn bộ dòng sản phẩm.
5. [PF-VERIFY], [TARGET] và [MODEL] trong tài liệu biểu thị hạng mục vẫn cần dữ liệu dự án của PremFixer Fasteners hoặc khách hàng để đóng vòng.
6. Bản vẽ khách hàng, thỏa thuận kỹ thuật, quy định của thị trường mục tiêu và yêu cầu xác nhận xe hoàn chỉnh luôn được ưu tiên hơn sách trắng này.

Tóm tắt

Trong xe đạp hai giảm xóc hiện đại, Pivot Bolt, Pivot Axle, Shoulder Bolt, Spacer, Washer, Bearing, Threaded Insert, Seal và vật liệu khóa ren cùng tạo thành một giao diện cơ khí có độ liên kết cao. Giá mua trực tiếp của chúng thường thấp hơn nhiều so với khung, giảm xóc hoặc hệ truyền động; tuy nhiên, khi mối ghép trục xoay bị suy giảm lực kẹp, vi trượt, ăn mòn, kẹt ren, nhiễm bẩn ổ trục hoặc sai lệch lắp ráp, hậu quả có thể trải dài từ tiếng ồn bất thường đến gia công lại khung, từ hỏng ổ trục sớm đến bảo hành ở nước ngoài.

Nghiên cứu công khai về mối ghép bu-lông cho thấy có tương tác phức tạp giữa lực siết trước, tải ngang và trạng thái ma sát. Lực siết trước quá thấp có thể thúc đẩy tự lỏng, trong khi quá cao cũng có thể gây quá tải và làm xấu biên mỏi.[R1][R2] Tài liệu kỹ thuật ổ trục chỉ ra rằng độ lắp không đủ, chuyển động tương đối rất nhỏ và trạng thái bề mặt thúc đẩy ăn mòn fretting tại bệ ổ trục.[R5][R6] Tài liệu dịch vụ và phần cứng công khai của các thương hiệu MTB cao cấp còn cho thấy hệ thống trục xoay thực tế dùng Grease, Threadlocker, Anti-Seize, Retaining Compound và mô-men lắp khác nhau theo từng vị trí, thay vì coi mọi chi tiết liên kết là cùng một loại "phần cứng".[R8][R9]

Do đó, sách trắng này đề xuất:

> **Pivot Hardware phải được xem là đối tượng kỹ thuật hệ thống gồm "chi tiết dạng trục chính xác + mối ghép ren được kiểm soát + giao diện ổ trục + làm kín môi trường + giao diện dịch vụ sau bán hàng".**

Trong khuôn khổ này, định vị giải pháp của PremFixer Fasteners không phải là bán các bu-lông trục xoay rời rạc, mà là tổ chức Kit chi tiết liên kết trục xoay hoàn chỉnh theo từng vị trí và sự phối hợp kỹ thuật một cửa, dựa trên yêu cầu về khả năng chế tạo, lắp ráp, bảo trì và truy xuất của các mẫu xe hai giảm xóc khác nhau.

Mục tiêu cốt lõi không phải tối đa hóa một chỉ số riêng lẻ, mà là tìm sự cân bằng kỹ thuật có thể xác minh giữa:

Độ bền + Mỏi + Ổn định lực kẹp + Giảm khối lượng + Chống ăn mòn + Tính lặp lại lắp ráp + Khả năng bảo trì + Chi phí

Từ khóa

Xe đạp hai giảm xóc · MTB · E-MTB · Pivot Bolt · Pivot Axle · Shoulder Bolt · Lực siết trước · Lực kẹp · Threadlocker · Fretting · Giao diện ổ trục · Ăn mòn galvanic · Phun muối · Giòn hydro · Kẹt ren titan · DVP&R · DFMEA · Cpk · TCO

Lời nói đầu: Từ “một con vít” đến “Pivot System”

Trong phân loại mua hàng truyền thống, Pivot Bolt thường được xếp vào Fasteners, Hardware hoặc Small Parts. Cách phân loại này thuận tiện cho ERP và mã mua hàng, nhưng chưa đầy đủ theo góc nhìn kỹ thuật kết cấu.

Một cụm trục xoay điển hình của xe hai giảm xóc có thể đồng thời gồm:

- Lỗ trục xoay / Insert trên khung
- Linkage
- Sealed Cartridge Bearing
- Spacer trong / ngoài
- Pivot Axle
- Shoulder Bolt
- Washer
- Threaded Insert / Nut
- O-Ring / Seal
- Grease
- Threadlocker / Locking Patch
- Anti-Seize

Chuyển động hệ thống treo khiến các giao diện này đồng thời chịu:

- Tải dọc trục và tải ngang theo chu kỳ
- Dao động biên độ nhỏ
- Va đập
- Tương tác tải phanh và đạp
- Nhiễm bẩn bùn nước
- Chất tẩy rửa
- Độ ẩm và muối
- Nhiều lần tháo lắp bảo trì

Vì vậy, “kích thước đạt yêu cầu” chỉ chứng minh chi tiết phù hợp bản vẽ tại một thời điểm, chứ không tự động chứng minh rằng:

- Lực kẹp của Joint là phù hợp;
- Bearing không chịu tải dọc trục bất thường;
- Sau hai mùa sử dụng sẽ không phát tiếng Creak;
- Ren Ti sẽ không bị Galling;
- Coating của Steel không có rủi ro Hydrogen Embrittlement;
- Cửa hàng có thể tháo lắp bình thường khi bảo trì;
- Mô-men ban đầu vẫn có hiệu lực sau khi đổi coating.

Vì thế, sách trắng V2.0 sử dụng một khung vòng đời hoàn chỉnh:

Yêu cầu → Thiết kế → Vật liệu → Quy trình → Mối ghép → Xác nhận → Sản xuất → Lắp ráp → Hiện trường → Dịch vụ → TCO

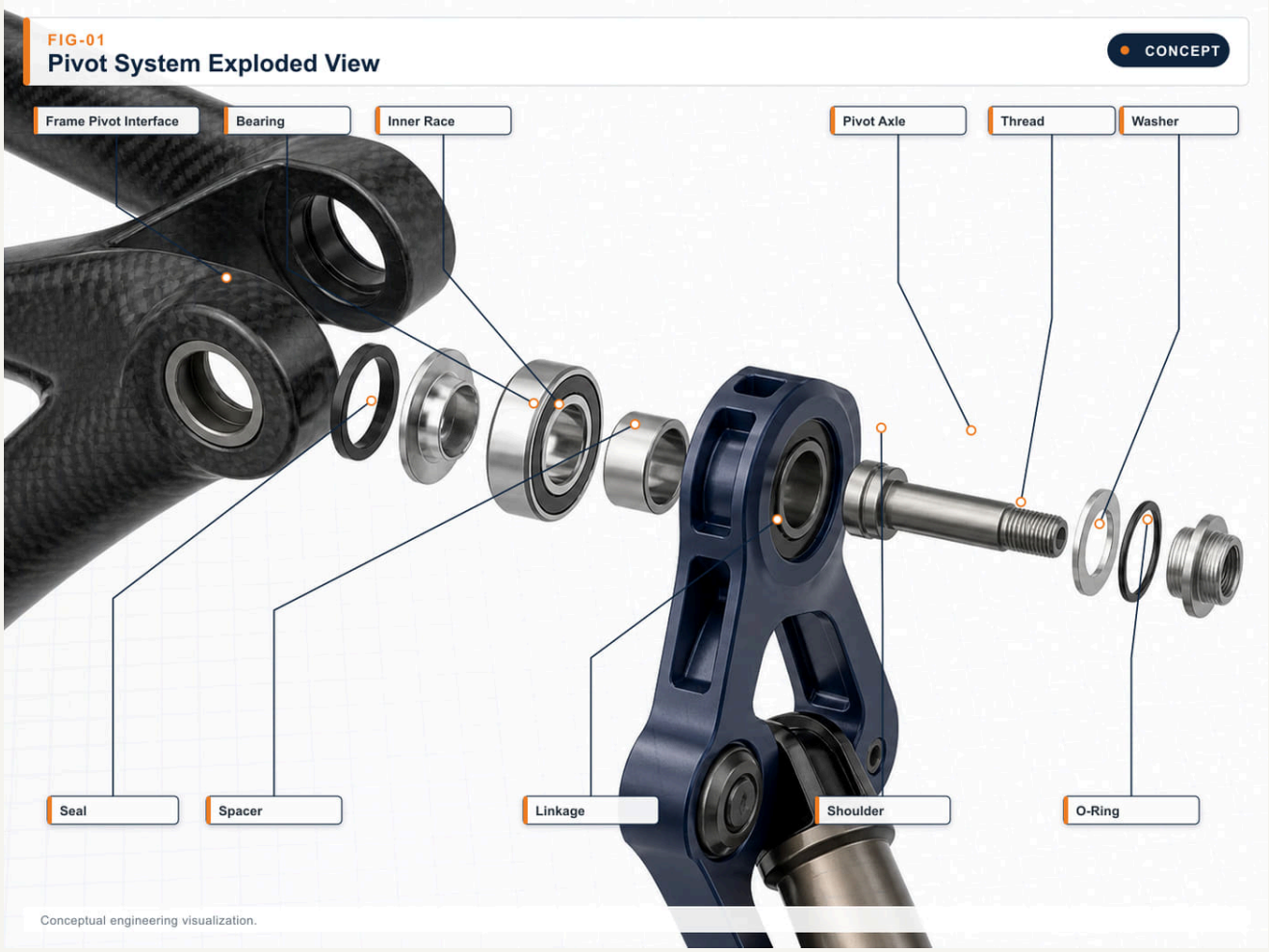
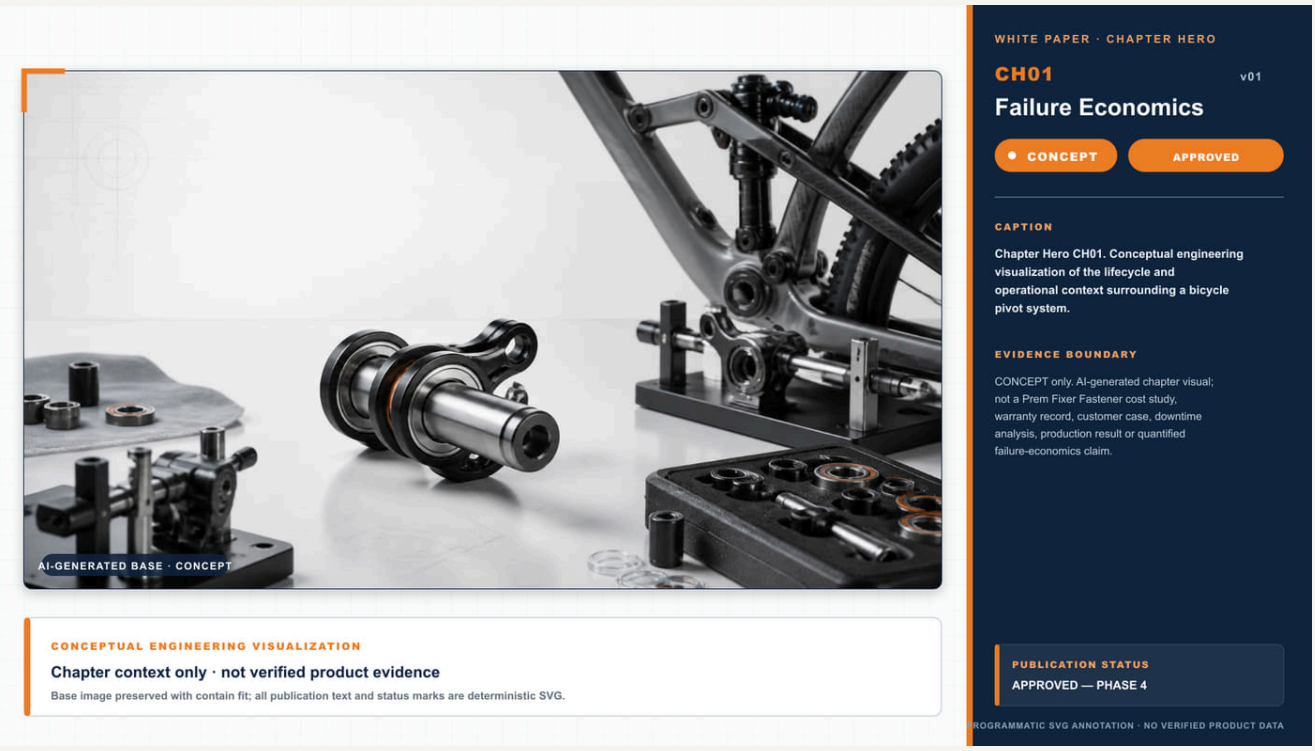


FIG-01 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-01. Kiến trúc khai triển của hệ thống trục xoay. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm; không phải BOM đã phát hành hoặc cấu hình sản phẩm PremFixer Fasteners đã xác minh. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

Chương 1: Giá trị và chi phí hư hỏng của hệ thống trục xoay theo góc nhìn toàn chuỗi ngành

1. Giá trị cấp hệ thống và kinh tế học hư hỏng



CH01 · Hình mở đầu chương — CH01. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về vòng đời và bối cảnh vận hành xung quanh hệ thống trục xoay xe đạp. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

1.1 Bốn nhóm khách hàng thực sự không mua cùng một loại giá trị

1.1.1 Nhà sản xuất khung: Mua sự ổn định của giao diện kết cấu

Nhà sản xuất khung trước hết quan tâm:

- Độ lắp chức năng giữa Pivot Bore và Axle/Shank;
- Chuỗi dung sai Bearing / Spacer / Link;
- Việc lắp đặt có tạo tải hướng kính hoặc dọc trục bất thường hay không;
- Giao diện cục bộ Carbon / Aluminum có nguy cơ hư hại hay không;
- Kích thước sau Coating có còn đáp ứng yêu cầu chức năng hay không;
- Pivot Interface có tiếp tục ổn định sau thử mỏi khung hay không.

Vì vậy, theo góc nhìn nhà sản xuất khung:

> **Giá trị thực của Pivot Hardware = giảm xác suất một chi tiết nhỏ biến một khung đắt tiền thành phế phẩm.**

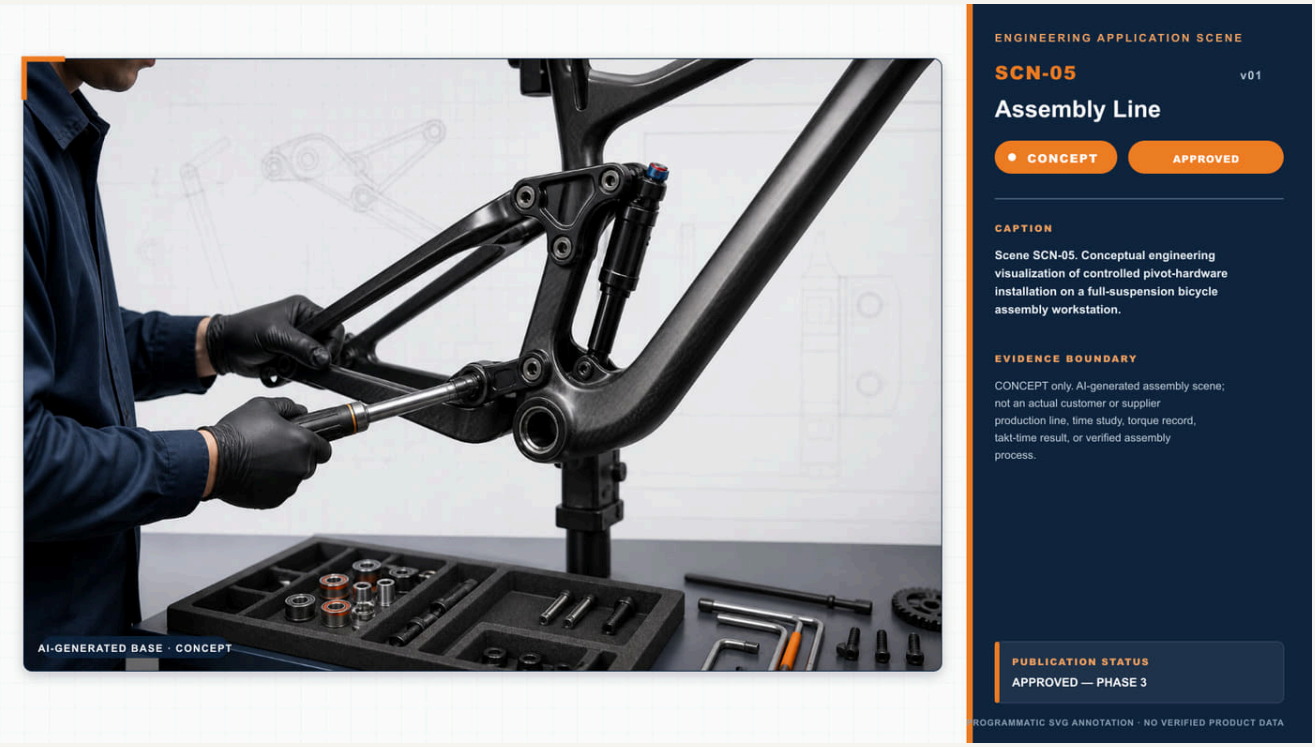
1.1.2 Nhà máy lắp ráp: Mua nhịp và tính nhất quán lắp ráp

Nhà máy lắp ráp quan tâm:

- Drive Interface có ăn khớp ổn định hay không;
- Dụng cụ có dễ tự định tâm hay không;
- Thread có vào ren trơn tru hay không;
- Có cần lấy keo, chấm keo và vệ sinh thủ công hay không;
- Part Number có dễ nhầm lẫn hay không;
- Torque có ổn định hay không;
- First Pass Yield có tăng hay không.

Threadlocker phủ sẵn đã là một lộ trình lắp ráp công nghiệp trưởng thành. Tài liệu kỹ thuật công khai của Henkel nêu rằng lớp phủ sẵn dry-to-touch có thể dùng cho lắp ráp bu-lông sản lượng cao nhằm loại bỏ bước bôi thêm chất khóa ren lỏng tại chỗ.[R13][R14]

Điều này hỗ trợ định hướng kỹ thuật rằng "khóa ren phủ sẵn có thể cải thiện tiêu chuẩn hóa lắp ráp", nhưng **không tự động chứng minh một dây chuyền xe đạp cụ thể luôn tiết kiệm 1,5–2 phút**. Lợi ích về nhịp phải được xác định bằng Time Study thực tế.



SCN-05 · Cảnh ứng dụng — SCN-05. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về lắp đặt có kiểm soát các chi tiết liên kết trục xoay tại trạm lắp ráp xe đạp hai giảm xóc. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

1.1.3 Thương hiệu MTB / E-MTB: Mua độ tin cậy và trải nghiệm thương hiệu

Thương hiệu cao cấp quan tâm:

- Chuyển động hệ thống treo có êm hay không;
- Có tiếng Creak / Click bất thường hay không;
- Hardware có tự lỏng hay không;
- Có tin cậy trong môi trường mưa, bùn cát, mồ hôi và muối hay không;
- Có dễ bảo trì hay không;
- Spare Parts có sẵn lâu dài hay không;
- Field Failure có truy xuất được hay không.

Tài liệu bảo trì công khai của Santa Cruz xem Pivot Axle và Bearing là các đối tượng bảo trì quan trọng cần kiểm tra, vệ sinh, bôi trơn định kỳ và thay thế khi cần, đồng thời chỉ ra rằng môi trường ẩm ướt, cát hoặc nhiều bụi đòi hỏi kiểm tra thường xuyên hơn.[R9] Specialized hiện còn đưa suspension pivot bearings của một số mẫu xe hai giảm xóc vào chính sách hỗ trợ thay thế dài hạn cho chủ sở hữu ban đầu.[R10]

Các thông lệ công khai này cho thấy:

> **Pivot System là đối tượng dịch vụ vòng đời, không phải chi tiết "lắp xong là bỏ mặc vĩnh viễn".**

1.1.4 Nhà sản xuất linh kiện / tay đòn: Mua tốc độ phát triển và phối hợp giao diện

Đối với nhà sản xuất Linkage / Component, độ phức tạp đến từ:

- Trục có chiều dài khác nhau
- Shoulder khác nhau
- Spacer
- Washer
- Bearing
- Seal
- Threaded Insert
- Chi tiết trái/phải
- Màu và coating khác nhau

Khi các chi tiết này do nhiều nhà cung cấp riêng biệt quản lý, chi phí thực không chỉ đến từ đơn giá mà còn từ:

- Phối hợp sửa đổi bản vẽ
- Trao đổi với nhà cung cấp
- Kiểm tra đầu vào
- MOQ
- Tồn kho
- Đóng gói
- Rủi ro thiếu chi tiết

Vì vậy, logic cung ứng Pivot Hardware có thể nâng từ mua chi tiết đơn lẻ thành:

> **Một Pivot System / Một BOM được kiểm soát / Một chuỗi truy xuất**

1.2 Hư hỏng thường tạo "hiệu ứng khuếch đại chi phí"

Khi một chi tiết nhỏ giá trị thấp có vấn đề, đường chi phí có thể là:

Lỗi chi tiết
→ Gia công lại
→ Dừng chuyền
→ Cách ly xe
→ Đại lý chẩn đoán
→ Thay thế phần cứng
→ Vận chuyển quốc tế
→ Trao đổi với khách hàng
→ Bảo hành
→ Danh tiếng thương hiệu

Vì vậy, Total Cost of Ownership không nên chỉ tính giá mua chi tiết.

$$
\begin{aligned}
TCO = \\
C_{part} \\
+C_{assembly} \\
+C_{inspection} \\
+C_{inventory} \\
+C_{rework} \\
+C_{downtime} \\
+C_{warranty} \\
+C_{dealer} \\
+C_{logistics} \\
+C_{reputation}
\end{aligned}
$$

Trong đó, C_{reputation} khó định lượng chính xác nhưng lại là chi phí dài hạn mà các thương hiệu cao cấp ít muốn gánh nhất.

1.3 Xử lý bằng chứng cho tuyên bố "Pivot chiếm 30–35% bảo hành khung"

V1.0 từng nêu một tỷ lệ vĩ mô 30–35%. Sau vòng tìm kiếm tài liệu công khai đầu tiên của V2.0, **chưa tìm thấy cơ sở dữ liệu thống kê toàn cầu của các thương hiệu MTB có thể kiểm toán và kiểm tra công khai để hỗ trợ tỷ lệ cố định này**.

Vì vậy, V2.0 chính thức không còn coi tỷ lệ này là sự thật của ngành.

Khuyến nghị mỗi thương hiệu xây dựng:

Biểu đồ Pareto bảo hành trục xoay

Các trường gồm:

- Mẫu xe
- Năm mẫu xe
- Vị trí trục xoay
- Chế độ hư hỏng
- PN phần cứng
- PN ổ trục
- Quãng đường / thời gian sử dụng
- Môi trường
- Nhân công đại lý
- Chi phí thay thế
- Vận chuyển
- Nguyên nhân gốc
- Hành động khắc phục

Chỉ dữ liệu Field / Warranty thực mới có thể nâng lên E5.

Hộp bằng chứng của chương

Bằng chứng bên ngoài

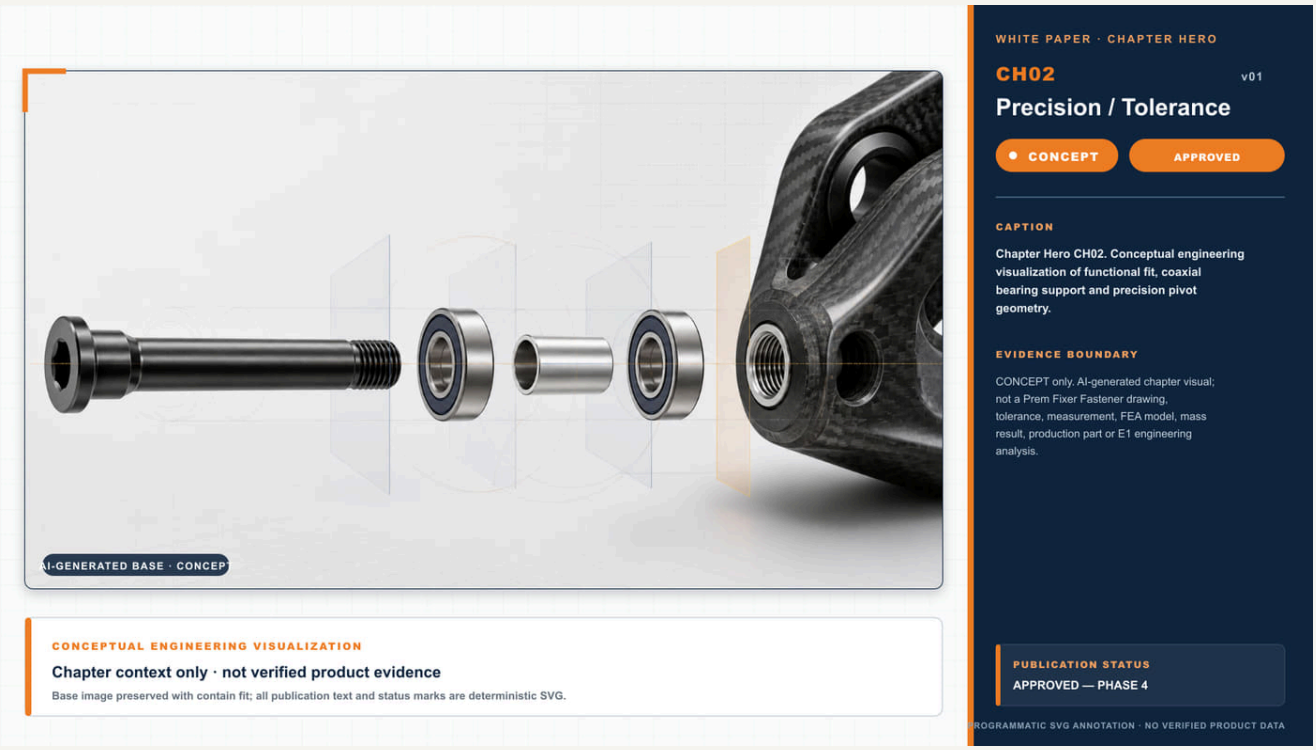
- Thông lệ bảo trì OEM: X3
- Chính sách bảo hành: X3
- Thông lệ khóa ren phủ sẵn trong công nghiệp: X3

Cổng xác minh PremFixer Fasteners

- Tỷ lệ bảo hành: E0 / XÓA số liệu cố định
- Giảm thời gian lắp ráp: E0 / yêu cầu nghiên cứu thời gian
- Tiết kiệm TCO: E0-E1 / yêu cầu mô hình khách hàng

Chương 2: An toàn kết cấu, dung sai, đường truyền tải và giảm khối lượng

2. Tính toàn vẹn kết cấu, kỹ thuật dung sai và giảm khối lượng



CH02 · Hình mở đầu chương — CH02. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về độ lắp chức năng, đỡ ổ trục đồng trục và hình học trục xoay chính xác. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

2.1 Shank không chỉ là “kích thước thân trơn”, mà là Functional Fit

Shank của Pivot Axle / Shoulder Bolt thường đảm nhiệm:

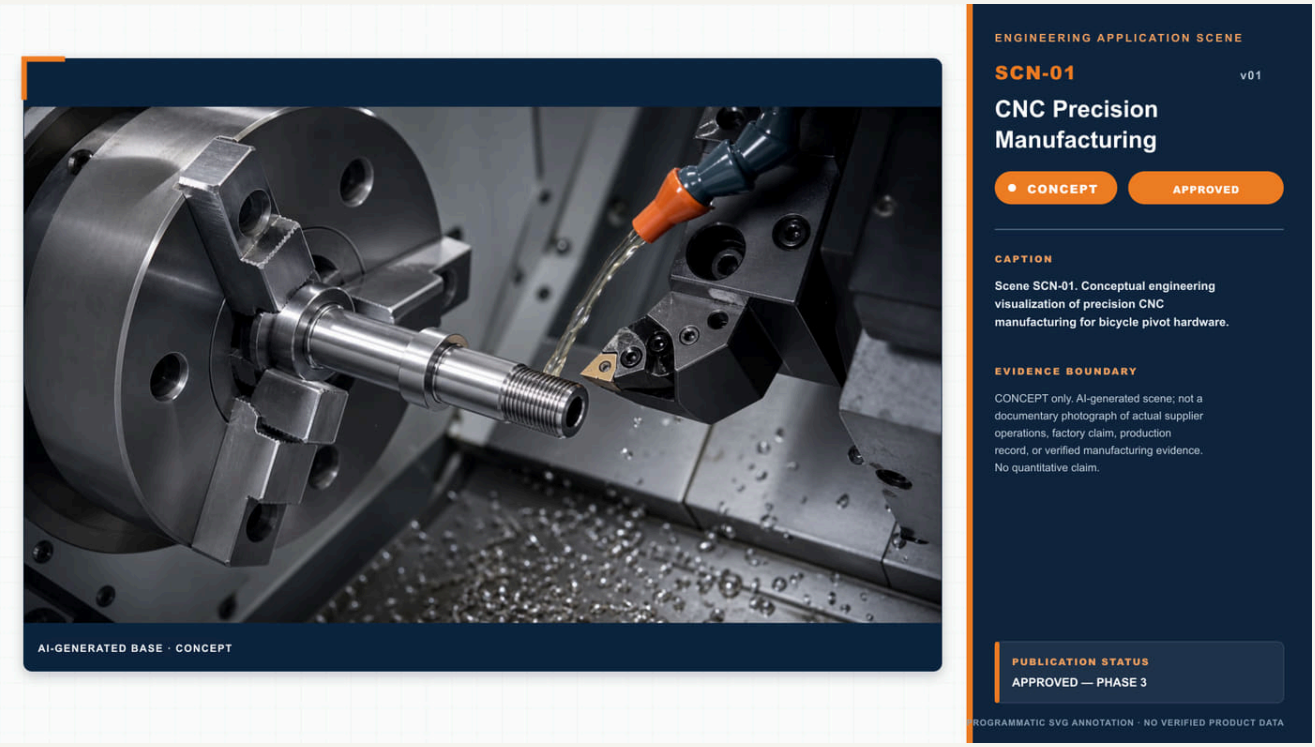
- Định vị
- Đỡ vòng trong ổ trục
- Truyền tải cắt
- Duy trì đồng trục
- Dẫn hướng tháo lắp

Vì vậy, nó gần với một chi tiết dạng trục chính xác hơn là một bu-lông tiêu chuẩn thông thường.

Tài liệu kỹ thuật ổ trục của SKF liệt kê chuyển động tương đối rất nhỏ giữa shaft/bore và bearing ring là một cơ chế quan trọng của Fretting Corrosion, đồng thời nêu rằng độ lắp không đủ, độ võng trục và khuyết tật bề mặt thúc đẩy dạng hư hại này.[R5][R6]

Điều đó có nghĩa:

> **Không thể thảo luận Shank tolerance tách rời Bearing ID, Spacer, Clamp Load, Surface Finish và Coating.**



SCN-01 · Cảnh ứng dụng — SCN-01. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về gia công CNC chính xác cho chi tiết liên kết trục xoay xe đạp. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

2.2 ±0,008 mm không thể là “tiêu chuẩn ngành cho mọi Pivot”

Một số giao diện quan trọng có thể cần dung sai hẹp, nhưng “±0,008 mm” chỉ có ý nghĩa khi tất cả điều kiện sau được xác định rõ:

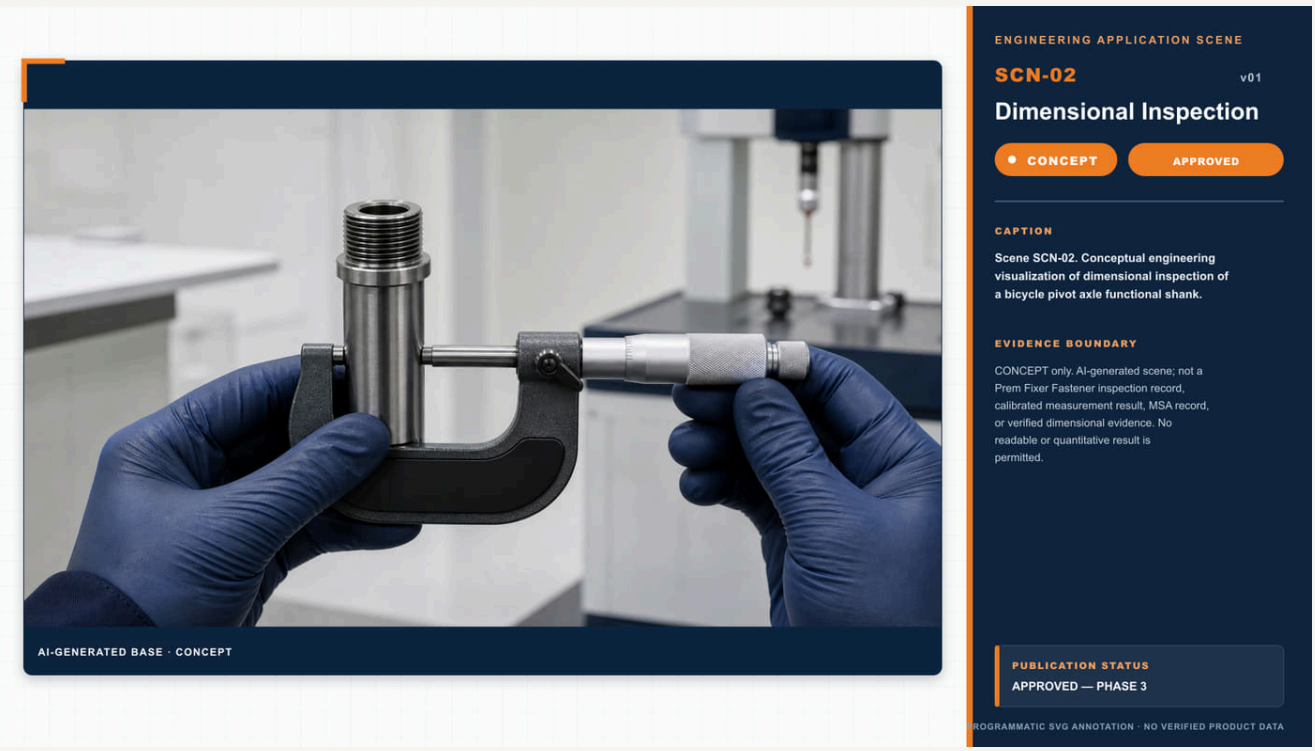
1. Đường kính danh nghĩa
2. Quy cách ổ trục hoặc bạc lót
3. Dung sai chi tiết ghép
4. Chiều dày coating
5. Trạng thái đo cuối
6. Nhiệt độ
7. Năng lực hệ thống đo
8. Yêu cầu lắp ráp / dịch vụ

Vì vậy, cách viết được V2.0 khuyến nghị là:

> [PF-VERIFY] **Đối với đặc tính Functional Shank quan trọng của Hero SKU được chọn, dùng tolerance trên bản vẽ khách hàng làm chuẩn và xác minh năng lực sản xuất hàng loạt thực tế bằng MSA + dữ liệu kích thước n≥30 + Cpk.**

Không phải:

> "Mọi Pivot Bolt đều được kiểm soát nghiêm ngặt ở ±0,008 mm."



SCN-02 · Cảnh ứng dụng — SCN-02. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về kiểm tra kích thước Functional Shank của trục xoay xe đạp. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

2.3 Tolerance Stack-up: Kích thước cục bộ đạt không có nghĩa hệ thống đạt

Chức năng dọc trục hoặc hướng kính của Pivot System thường do nhiều kích thước cùng quyết định.

Biểu diễn giản lược:

$$T_{system}=f(T_{shank},T_{bearing},T_{spacer},T_{frame},T_{coating},T_{assembly})$$

Cần đồng thời quan tâm:

- Chuỗi trường hợp xấu nhất
- Chuỗi thống kê

- Lượng bồi coating
- Khe hở trong ổ trục
- Độ song song của spacer
- Bề rộng link
- Chiều dày washer
- Chiều dài shoulder

Nếu Spacer quá ngắn, Torque lắp đặt có thể chuyển thành tải bên trên Bearing;
nếu Shoulder quá dài, Joint có thể không tạo được lực kẹp dự kiến.

Do đó, câu hỏi đúng không phải:

> "Kích thước của từng chi tiết có đạt hay không?"

mà là:

> **"Load Path sau lắp ráp có khép kín đúng hay không?"**

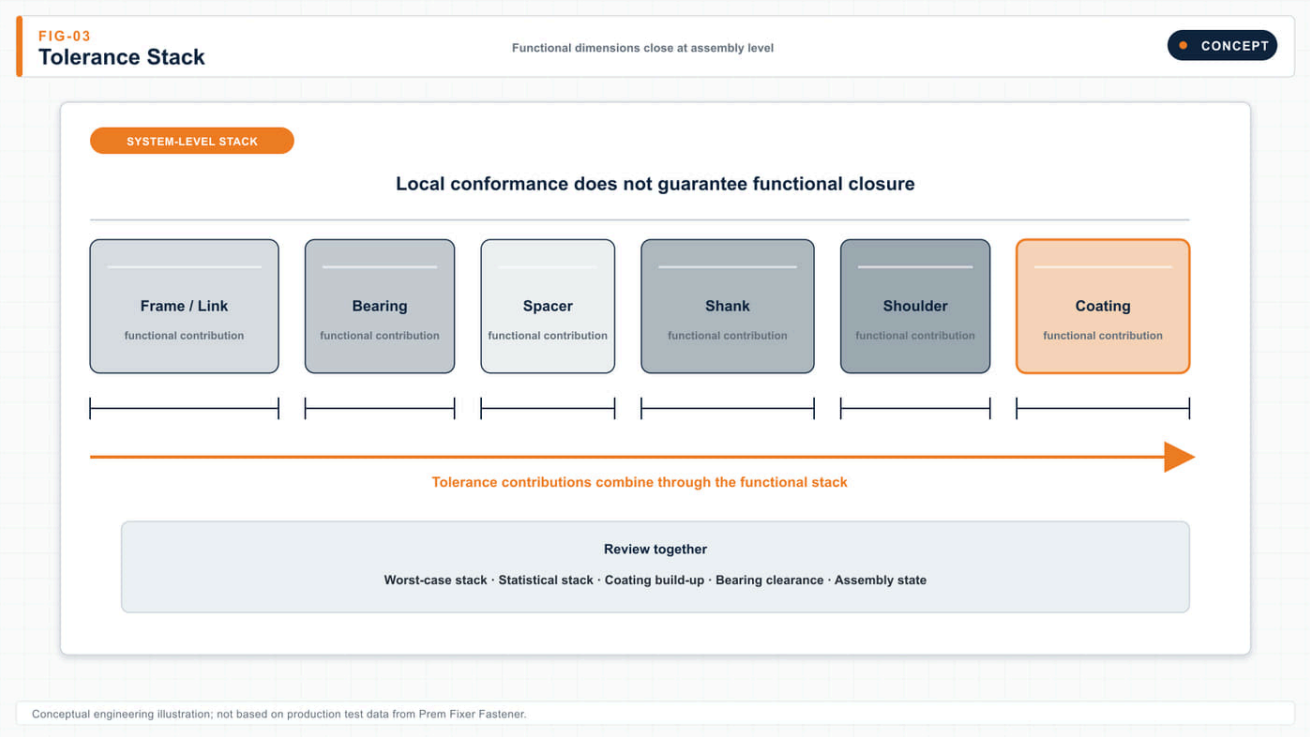


FIG-03 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-03. Đóng góp vào chuỗi dung sai cấp hệ thống từ khung/link, ổ trục, spacer, shank, shoulder và coating. Hình minh họa kỹ thuật mang tính khái niệm; không hiển thị kích thước sản xuất. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

2.4 Coating Build-Up phải được đưa vào thiết kế kích thước

Các hệ bề mặt như anod hóa, anod cứng, mạ điện, Zn-Ni, Zinc Flake và PVD đều ảnh hưởng đến:

- Kích thước cuối
- Độ nhám bề mặt
- Độ lắp ren
- Ma sát
- Clamp Load
- Removal Torque

Vì vậy, quy trình thiết kế phải là:

Kích thước chức năng cuối
→ Cửa sổ chiều dày coating
→ Mục tiêu gia công
→ Coating
→ Kiểm tra cuối

chứ không phải:

Gia công đến kích thước cuối
→ Phủ bề mặt
→ Hy vọng vẫn lắp vừa

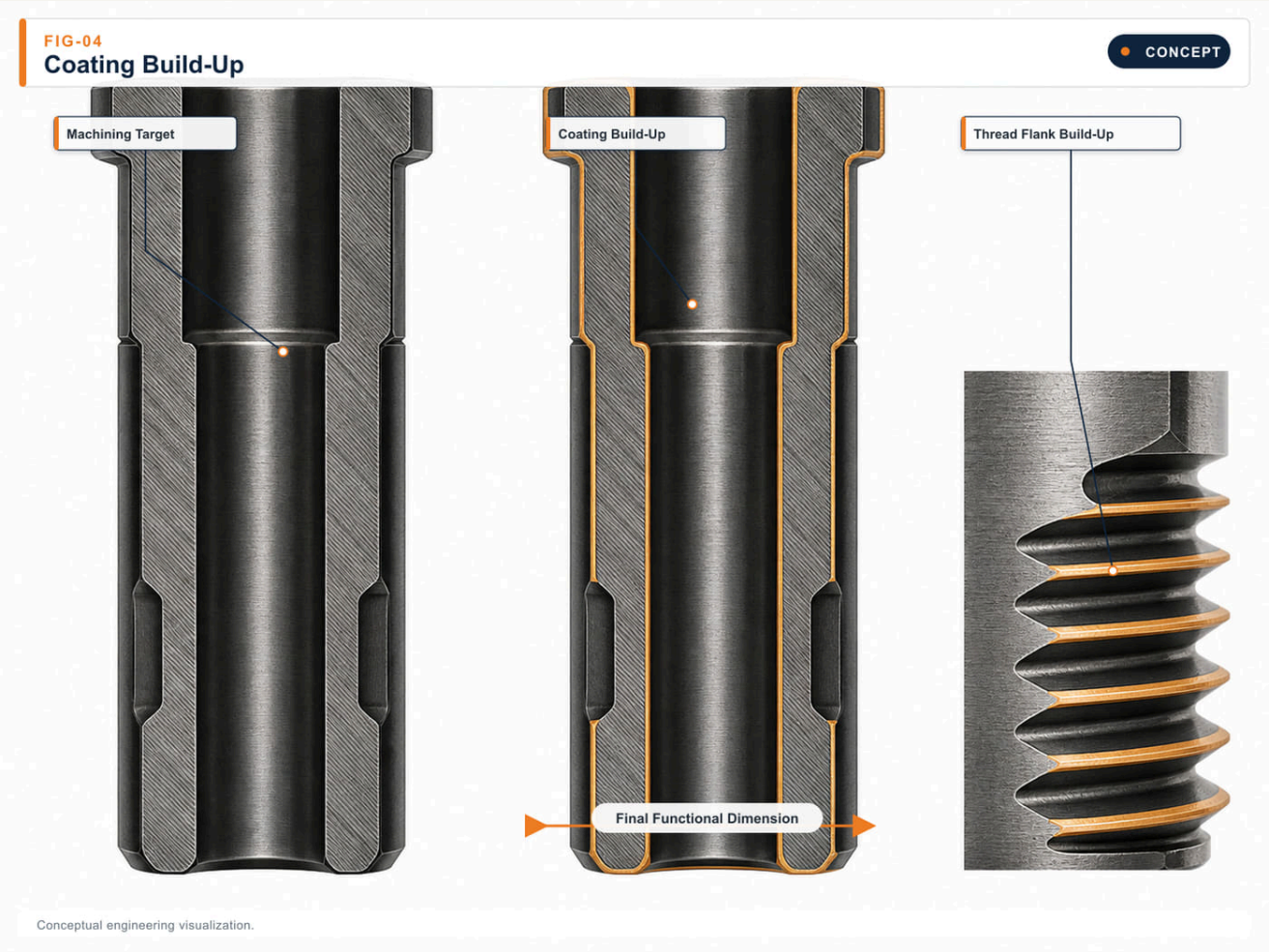


FIG-04 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-04. Lượng bồi coating và kích thước chức năng cuối. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm; không ngụ ý chiều dày coating hay năng lực sản xuất. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

2.5 GD&T: Không thể bỏ qua tính đồng trục và hình học mặt tựa

Nghiên cứu về bolted joint cho thấy các mặt tựa không song song ảnh hưởng đến quá trình siết và hành vi lực siết trước.[R4]

Khuyến nghị đánh giá Pivot Hardware theo:

- Trục Functional Shank
- Mặt tựa đầu
- Mặt shoulder
- Trục ren
- Các mặt spacer
- Bệ linkage

CTQ quan trọng có thể gồm:

- Độ vuông góc
- Độ đảo
- Vị trí
- Độ phẳng

- Độ song song

Mục đích không phải “làm bản vẽ phức tạp”, mà là biến các quan hệ hình học thực sự ảnh hưởng đến Load Path thành ngôn ngữ kỹ thuật có thể đo.

2.6 Load Path và FEA: Vượt ra ngoài bản đồ ứng suất cực đại

Một phân tích FEA hữu hiệu cho Pivot phải nêu rõ:

- Hình học Frame / Link
- Định nghĩa tiếp xúc
- Cách biểu diễn Bearing
- Bolt pretension
- Ma sát
- Điều kiện biên
- Hướng tải
- Các trường hợp va đập / phanh / đạp
- Vật liệu
- Hội tụ lưới
- Ứng suất fillet cục bộ
- Rủi ro thread runout

Một nghiên cứu năm 2022 về Full-Suspension Downhill Bicycle Frame đã thảo luận tải đối xứng/bất đối xứng, điểm hư hỏng và cải tiến kết cấu, cho thấy tải thực trên khung xe đạp không thể được khái quát chỉ bằng một điều kiện tĩnh lý tưởng hóa đơn lẻ.[R7]

Vì vậy, V2.0 không còn mô tả “15 kN” là tải tiêu chuẩn chung cho Pivot.

Cách viết đúng:

> [MODEL] **Trong điều kiện tải tương đương do khách hàng xác định, so sánh ứng suất, chuyển vị và dự trữ an toàn giữa kết cấu cơ sở và kết cấu tối ưu; tuổi thọ hệ thống cuối cùng vẫn phải được xác nhận bằng xác minh cấp Joint / Frame.**

2.7 Fillet, Thread Runout và tập trung ứng suất

Các vị trí rủi ro cao thường gặp trên Pivot Hardware gồm:

- Chuyển tiếp đầu–shank
- Bậc shoulder
- Điểm kết thúc lỗ rỗng
- Thread runout
- Tiết diện nhỏ gần đặc tính truyền động

Biện pháp tối ưu:

- Fillet Radius hợp lý
- Tránh bậc thay đổi đột ngột
- Chuyển mặt cắt chính ra khỏi vùng ren
- Tối ưu điểm kết thúc lỗ rỗng
- Kiểm soát vết gia công

Mọi con số như "giảm ứng suất 22%" phải gắn với:

- Hình học cơ sở
- Hình học tối ưu
- Tải
- Lưới
- Vật liệu
- Báo cáo FEA

Nếu không, chỉ được giữ ở dạng [TARGET].

2.8 Thread Rolling và Fatigue: Có cơ sở khoa học nhưng không được ngoại suy quá mức

Một nghiên cứu năm 2025 trên mẫu ren 42CrMo4+QT, M12 đã so sánh ren Cut, Rolled và Deep-Rolled. Trong điều kiện thử cụ thể, nghiên cứu báo cáo độ bền mỏi cao hơn của ren cán và liên hệ kết quả với ứng suất dư, trạng thái bề mặt và độ cứng.[R3]

Kết quả công khai này hỗ trợ rằng:

> **Lộ trình chế tạo ren có thể ảnh hưởng đáng kể đến hiệu năng mỏi.**

Nhưng không thể viết trực tiếp:

> "Ren cán của PremFixer Fasteners tăng độ bền mỏi XX%."

Nếu PremFixer Fasteners muốn thiết lập Claim này, phải hoàn thành:

- Vật liệu chính xác
- Nhiệt luyện
- Hình học ren chính xác
- Mẫu ren cắt so với ren cán
- Bề mặt / ứng suất dư nếu có thể
- Thử mỏi
- Vị trí hư hỏng

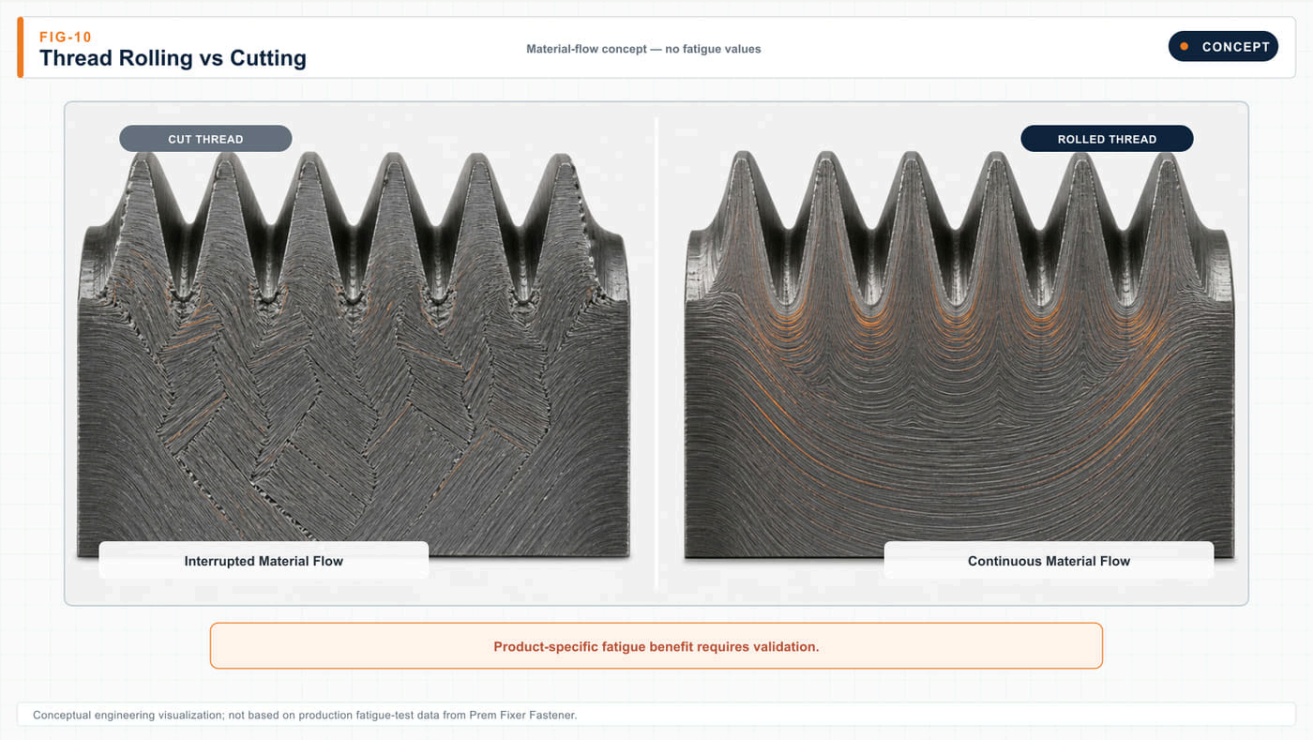


FIG-10 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-10. So sánh mang tính khái niệm giữa dòng vật liệu bị cắt đứt ở ren cắt và dòng vật liệu liên tục ở ren cán. Lợi ích mỏi riêng cho sản phẩm cần được xác nhận. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

2.9 Kinh tế học khối lượng: Giảm khối lượng không chỉ là “khoét rỗng”

Giá trị của giảm khối lượng đến từ:

- Cạnh tranh khối lượng xe hoàn chỉnh
- Bảng thông số sản phẩm
- Khác biệt hóa mẫu cao cấp
- Câu chuyện tiếp thị
- Cảm nhận người lái
- Tích hợp linh kiện

Nhưng giới hạn kỹ thuật là:

$$\text{Minimum Mass}$$
$$\quad \text{subject to} \quad$$
$$\text{Strength, Fatigue, Clamp, Service, Corrosion Constraints}$$

Thiết kế Hollow-bored phải kiểm tra:

- Chiều dày thành còn lại
- Cắt
- Kéo
- Mỏi
- Mất ổn định / ổn định cục bộ

- Khả năng chịu mô-men của drive
- Biến thiên chế tạo
- Dự trữ ăn mòn

Ví dụ hiệu chỉnh toán học

Nếu Pivot BOM cơ sở là 180 g và sau tối ưu là 95 g:

$$\frac{180-95}{180}=47.2\%$$

Do đó, không thể tiếp tục mô tả là “giảm 35%”.

Nếu muốn tuyên bố 35%:

$$180\times(1-0.35)=117g$$

V2.0 yêu cầu mọi tỷ lệ phần trăm công khai phải qua cả đánh giá toán học và bằng chứng.

Hộp bằng chứng của chương

Bên ngoài

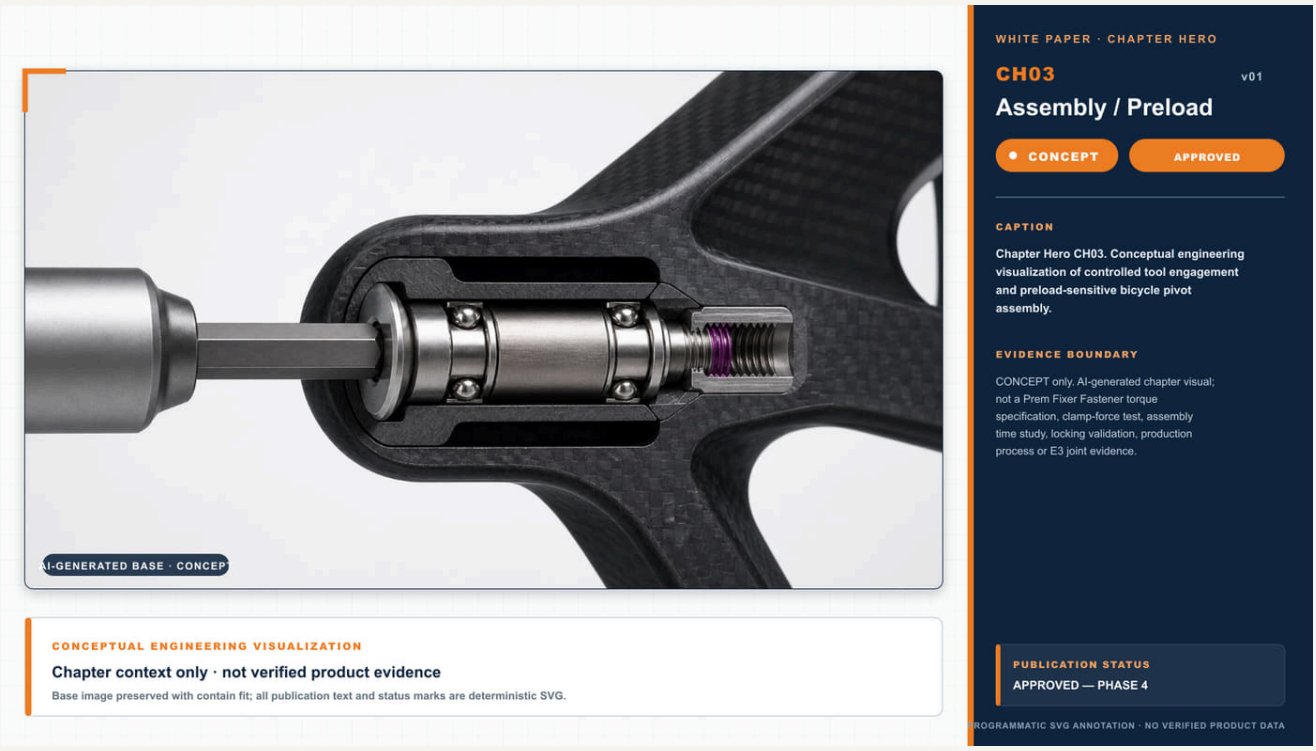
- Cơ chế fretting ổ trục: [R5][R6]
- Ảnh hưởng của mặt tựa không song song: [R4]
- Nghiên cứu tải khung hai giảm xóc: [R7]
- Nghiên cứu mỏi theo phương pháp chế tạo ren: [R3]

PremFixer Fasteners

- Năng lực Shank: PF-PIVOT-C02-001 / E0 → MSA + Cpk
- Lượng bồi coating: C02-003 / E0 → đo theo cặp
- Cải thiện định lượng FEA: C02-006 / E0-E1
- Giảm khối lượng: C02-007/008 / E0 → khối lượng BOM thực tế
- Lợi ích mỏi của cán ren: C08-007 / E0 → dữ liệu mỏi nội bộ

Chương 3: Hiệu quả lắp ráp, Torque–Clamp và chống tự lỏng động

3. Hiệu quả lắp ráp, kiểm soát lực siết trước và chống tự lỏng



CH03 · Hình mở đầu chương — CH03. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về sự ăn khớp có kiểm soát của dụng cụ và lắp ráp trục xoay xe đạp nhạy với lực siết trước. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

3.1 Sự thật kỹ thuật: Torque chỉ là đầu vào quá trình

Trong mối ghép ren, chức năng chính của mô-men lắp là thiết lập lực kẹp.

Quan hệ giản lược có thể biểu diễn:

$$T=KFd$$

Trong đó:

- T: Torque
- F: Clamp Force / Preload
- d: Đường kính danh nghĩa
- K: Ảnh hưởng tổng hợp của ma sát

Nhưng K không phải một hằng số vật liệu cố định.

Nó chịu ảnh hưởng của:

- Ma sát ren
- Ma sát dưới đầu / mặt tựa
- Coating
- Chất bôi trơn
- Threadlocker
- Độ nhám bề mặt
- Siết lặp lại
- Vật liệu ghép
- Tốc độ lắp đặt

Nghiên cứu của Croccolo và cộng sự về quan hệ torque–preloading nhấn mạnh tầm quan trọng của hệ số ma sát đối với việc thiết lập preload.[R2] ISO 16047 cung cấp khung thử nghiệm tiêu chuẩn hóa về torque/clamp-force cho threaded fastener.[R17]

Vì vậy:

> **"10 N·m" không phải Joint Performance; về bản chất nó chỉ là một chỉ lệnh quá trình chịu ảnh hưởng của ma sát.**

3.2 Cửa sổ lực kẹp tối ưu

Kẹp thiếu

Có thể xuất hiện:

- Vi trượt Joint
- Tự lỏng
- Fretting
- Creak
- Chuyển động vòng ổ trục
- Mòn lỗ

Kẹp quá mức

Có thể xuất hiện:

- Cản trở Bearing
- Nén Spacer
- Quá tải cục bộ carbon/insert
- Tuột ren
- Chảy dẻo fastener
- Khó tháo

Mục tiêu

Điều thực sự cần thiết lập là:

> **Torque → Phân bố Clamp Load → Cửa sổ chức năng của Joint**

chứ không phải theo đuổi "mô-men càng lớn càng an toàn".

Nghiên cứu công khai cho thấy lực siết trước thiếu và quá mức tương ứng với các biên rủi ro khác nhau về tự lỏng, quá tải và mỏi.[R1]

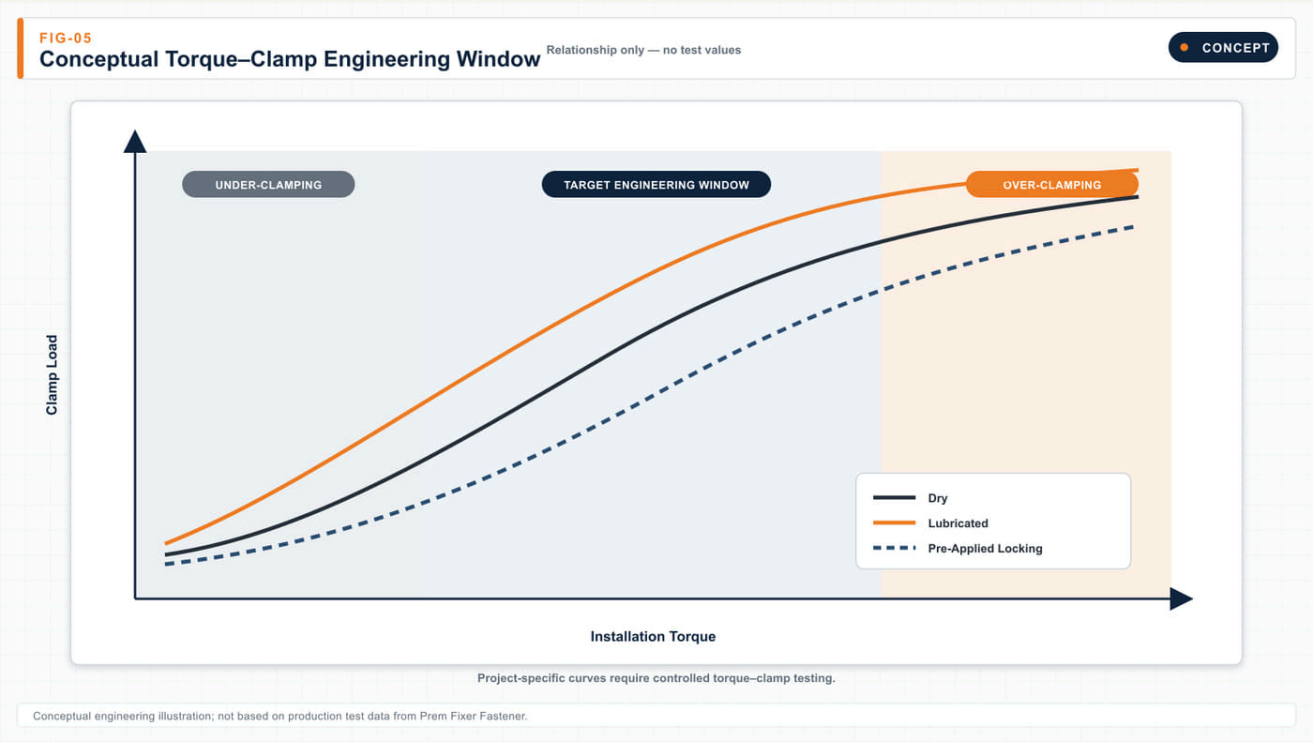


FIG-05 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-05. Cửa sổ kỹ thuật torque–clamp mang tính khái niệm. Chỉ thể hiện quan hệ; không trình bày chuỗi đo, giá trị mô-men hay kết quả lực kẹp nào. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

3.3 Thay đổi Coating / Lubrication phải kích hoạt xác nhận lại Torque

Nếu chuỗi cung ứng thay đổi:

- Zn → Zn-Ni
- Khô → Bôi trơn
- Không patch → Patch phủ sẵn
- Ti khô → Anti-seize
- Thay đổi bề mặt washer
- Insert ren cái khác

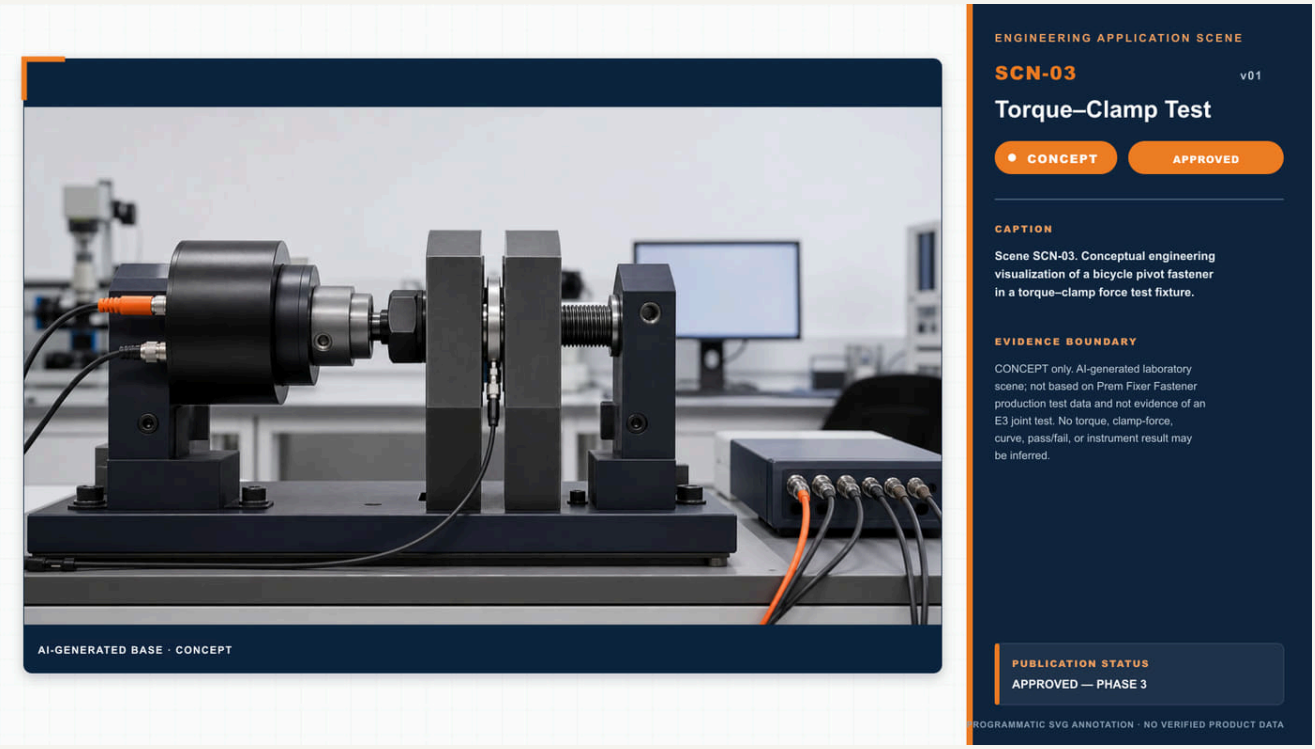
thì không nên tự động tiếp tục dùng Torque cũ.

V2.0 khuyến nghị thiết lập:

Thử nghiệm phát hành Torque–Clamp

Tối thiểu phải xuất:

- Lực kẹp trung bình
- Min / Max
- Độ phân tán
- Đường cong mô-men
- Mô-men tháo
- Chế độ hư hỏng



SCN-03 · Cảnh ứng dụng — SCN-03. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về chi tiết liên kết trục xoay xe đạp trong đồ gá thử lực torque–clamp. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

3.4 Drive Geometry: Giao diện lắp ráp, không phải tạo hình

Hiệu năng của drive trong six-lobe / hex liên quan đến:

- Chiều sâu
- Độ côn
- Hình học góc
- Độ đồng tâm
- Ba via
- Độ cứng

- Độ ăn khớp dụng cụ

Khuyến nghị xác minh:

Mô-men drive đến hư hỏng

So sánh:

- Đầu dụng cụ mới
- Đầu dụng cụ mòn
- Mô-men danh nghĩa
- Biên quá mô-men
- Lệch tâm nhỏ

“Tỷ lệ tuột drive ≤0,05%” không thể trở thành Claim cố định không có nguồn.

Nếu muốn giữ:

> [PF-VERIFY] **Chứng minh bằng dữ liệu PPM lắp ráp thực.**

3.5 Pre-Applied Threadlocker: Từ hóa chất thành giao diện quá trình

Tài liệu công khai của Henkel cho thấy pre-applied dry-to-touch threadlocker có thể được phủ trước khi bu-lông vào dây chuyền lắp ráp, giúp giảm bước bôi thêm tại chỗ; một số sản phẩm vi nang giải phóng thành phần hoạt tính do tác động cơ học trong quá trình lắp.[R13] [R14]

Giá trị có thể chia thành:

Giá trị quá trình

- Giảm thao tác lấy chất lỏng
- Tiêu chuẩn hóa lượng keo
- Giảm bỏ sót phủ keo
- Giảm nhiễm bẩn do keo tràn
- Phù hợp hơn với tự động hóa

Giá trị mối ghép

- Tạo hành vi khóa
- Tạo một mức làm kín
- Thay đổi trạng thái ma sát

Do đó, keo phủ sẵn không chỉ là:

> “Chấm giúp khách hàng một lớp keo xanh.”

mà là:

> **Một quá trình được kiểm soát phải được đưa vào các quy tắc Torque–Clamp, Shelf Life, Application Length và Reuse.**

3.6 “Tiết kiệm 1,5–2 phút mỗi xe” phải do Time Study quyết định

Tài liệu kỹ thuật công khai có thể chứng minh:

> Pre-applied có thể loại bỏ thao tác chấm keo riêng tại chỗ.[R13]

Nhưng mức tiết kiệm nhịp thực tế phụ thuộc:

- Số chi tiết cần xử lý trên mỗi xe
- Bố trí dây chuyền
- Vị trí chai / bộ cấp
- Chuyển động của công nhân
- Kiểm tra
- Lau / vệ sinh
- Gia công lại

Vì vậy, cách diễn đạt chính thức của V2.0 là:

> [PF-VERIFY] **PremFixer Fasteners sẽ thiết lập lợi ích nhịp thực bằng Takt Study cùng trạm cho phương án manual-liquid so với pre-applied.**

3.7 Tải ngang và tự lỏng động

Nghiên cứu về self-loosening của threaded fastener từ lâu tập trung vào transverse cyclic loading. Nghiên cứu thực nghiệm của Yang và cộng sự chỉ ra rằng lực siết trước là biến số quan trọng ảnh hưởng đến tự lỏng và mỏi, đồng thời có quan hệ đáng kể giữa transverse loading và loosening failure.[R1]

Phạm vi chính thức của ISO 16130:2015 là thử nghiệm động hành vi khóa dưới tải ngang cho ngành Aerospace, chủ yếu dùng trong development work.[R18]

Vì vậy, cách dùng đúng trong V2.0 là:

> **Tham khảo tư duy thử so sánh rung ngang của tiêu chuẩn để thiết lập fixture, displacement, frequency, initial clamp và acceptance criteria riêng cho dự án xe đạp.**

Không được viết:

> “Pivot Bolt xe đạp được chứng nhận ISO 16130.”

3.8 3000 chu kỳ / ≤5% không còn là kết luận cố định của ngành

Nếu sau này PremFixer Fasteners chọn:

- 3000 chu kỳ
- Residual Clamp ≥95%

làm mục tiêu nội bộ thì có thể chấp nhận.

Nhưng phải gắn với:

- Fastener
- Joint
- Initial clamp
- Displacement
- Frequency
- Coating
- Threadlocker
- Fixture
- Cỡ mẫu

Định dạng phát hành cuối phải là:

> “Trong các điều kiện thử rung ngang đã định nghĩa, Variant B giữ lại X% lực kẹp ban đầu sau N chu kỳ, còn Variant A cơ sở giữ Y%.”

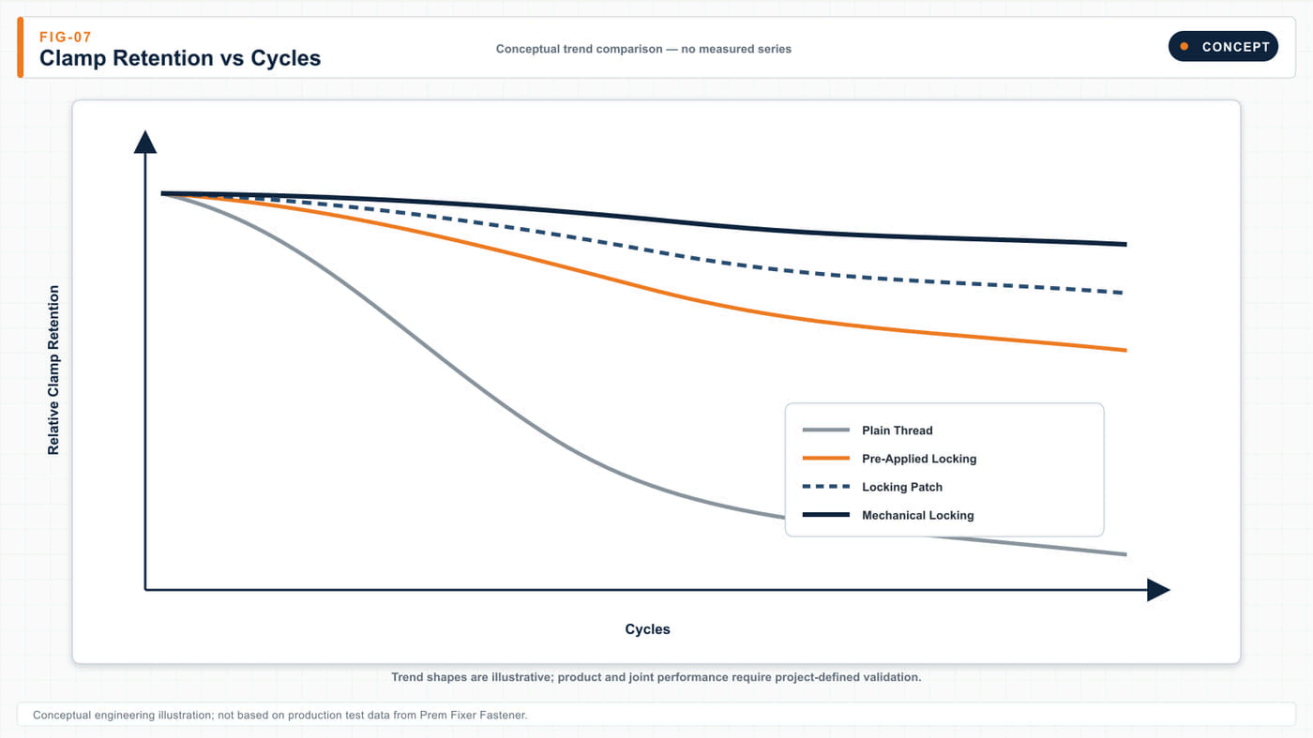


FIG-07 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-07. So sánh xu hướng duy trì lực kẹp mang tính khái niệm. Các đường cong chỉ để minh họa và không chứa số chu kỳ đo, kết quả duy trì hay tuyên bố sản phẩm. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

3.9 Tháo lắp lặp lại: Mô-men lần 1 không đại diện lần 8

Nghiên cứu công khai về repeated tightening cho thấy hệ số ma sát thay đổi qua các lần lắp ráp lặp lại.[R15]

Vì vậy, “hỗ trợ 5–8 lần tháo lắp” phải định nghĩa:

- Công nghệ khóa
- Số chu kỳ
- Mô-men lắp
- Mô-men phá tĩnh
- Prevailing torque
- Trạng thái ren
- Mài mòn coating
- Chấp nhận chức năng

Đối với MTB cần bảo trì thường xuyên, khuyến nghị tối thiểu thiết lập:

So sánh chu kỳ 1 / 3 / 5 / 8

Nhưng số chu kỳ cuối cùng do yêu cầu dự án quyết định, không phải khẩu hiệu tiếp thị.

3.10 Thực tiễn kỹ thuật OEM: Một khung không dùng “một loại keo, một mô-men”

Sơ đồ phần cứng Mach 429 SL V3 công khai của Pivot Cycles cho thấy các vị trí hardware khác nhau dùng:

- Grease
- Thread Locker
- Grease trên thân bu-lông + thread locker trên ren
- Anti-Seize
- Retaining Compound
- Giá trị mô-men

Ví dụ, trong sơ đồ công khai, M8 upper-link / shock hardware và M14 lower-link hardware dùng mô-men và xử lý giao diện khác nhau. [R8]

Thực tiễn ngành này hỗ trợ một kết luận quan trọng của V2.0:

> **Đặc tả phát hành Joint phải đồng thời định nghĩa xử lý shaft, xử lý thread và torque; chỉ một Bolt Drawing là không đủ.**

3.11 Phiếu đặc tả lắp ráp trục xoay

Khuyến nghị mỗi dự án khách hàng xuất:

```
Vị trí trục xoay:
PN chi tiết liên kết:
Phiên bản bản vẽ:
Ổ trục:
Spacer:
Ren cái:
Vật liệu chi tiết liên kết:
Coating:
Bôi trơn thân trục:
Bôi trơn ren:
Threadlocker:
Anti-Seize:
Retaining Compound:
Mô-men lắp:
Dung sai mô-men:
Mục tiêu lực kẹp:
Mô-men tháo:
Quy tắc tái sử dụng:
Quy tắc thay thế:
```

Hộp bằng chứng của chương

Bên ngoài

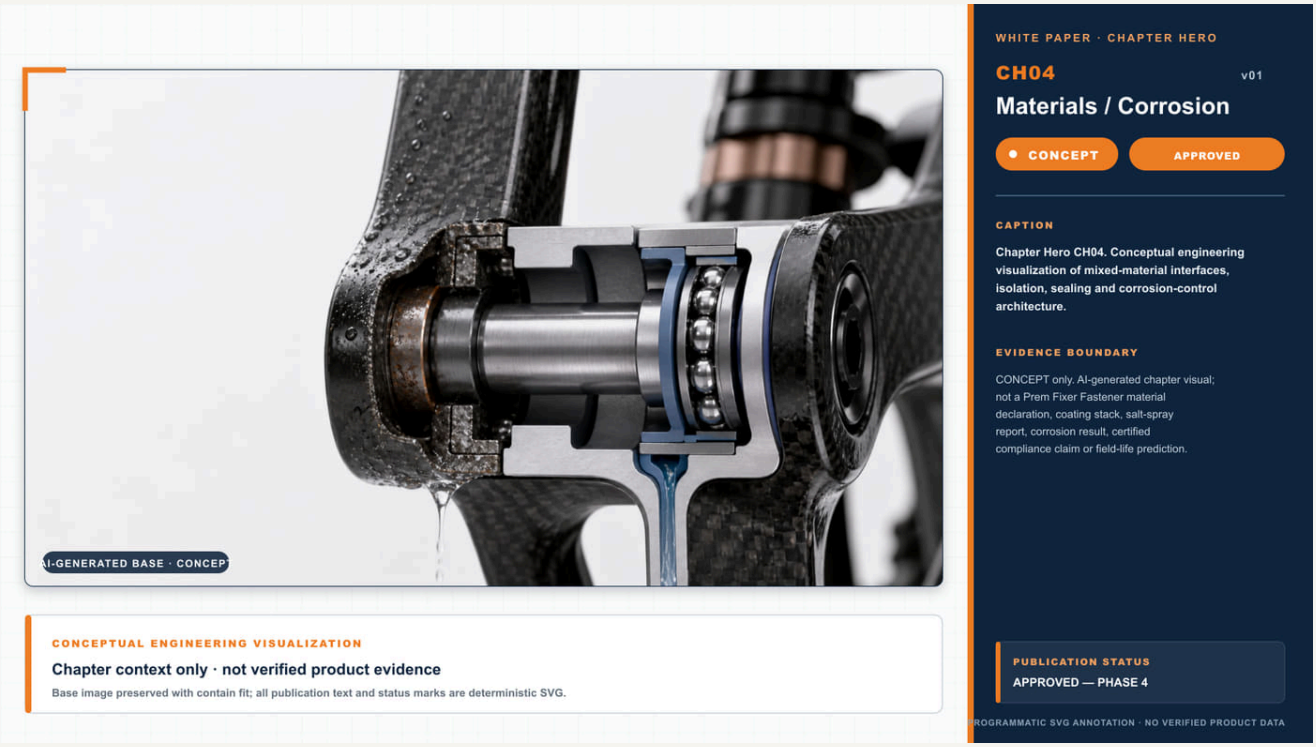
- Lực siết trước / tự lỏng: [R1]
- Mô-men / ma sát: [R2][R17]
- Siết lặp lại: [R15]
- Khóa ren phủ sẵn: [R13][R14]
- Xử lý lắp ráp OEM: [R8]
- Phạm vi ISO 16130: [R18]

PremFixer Fasteners

- Torque–Clamp: C03-007 / E0 → T08
- Tiết kiệm Takt: C03-004 / E0 → Time Study
- Rung: C03-008 / E0 → T11
- Chu kỳ tái sử dụng: C03-009 / E0 → T10
- Tỷ lệ lỗi drive: C03-002 / E0 → PPM sản xuất

Chương 4: Khoa học vật liệu, kỹ thuật bề mặt và ăn mòn

4. Vật liệu, kỹ thuật bề mặt và bảo vệ chống ăn mòn



CH04 · Hình mở đầu chương — CH04. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về giao diện vật liệu hỗn hợp, cách ly, làm kín và kiến trúc kiểm soát ăn mòn. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

4.1 Chọn vật liệu không phải là “bảng xếp hạng độ bền”

Việc chọn vật liệu cho Pivot phải là:

f(
Strength,
Fatigue,
Density,
Corrosion,
Galling,
Coating,
Manufacturability,
Cost,
Serviceability
)

Do đó, không có một vật liệu luôn tối ưu cho mọi loại xe.

4.2 Aluminum 7075-T6: Giá trị và giới hạn giảm khối lượng

Phù hợp với:

- Ứng dụng nhạy với khối lượng
- Tiết diện tương đối lớn
- Thiết kế trục rỗng
- Cấu hình nhẹ cao cấp

Cần lưu ý:

- Lượng bồi xử lý bề mặt
- Độ bền ren
- Mỏi
- Áp suất ổ trục cục bộ
- Ăn mòn tại giao diện
- Hư hại khi bảo trì

Điểm bán đúng không phải:

> "Nhôm hàng không nên chắc chắn an toàn."

mà là:

> **Đạt năng lực kết cấu cần thiết bằng mật độ thấp hơn, trong điều kiện hình học và xác nhận đã định nghĩa.**

4.3 Ti-6Al-4V / Grade 5: Cao cấp không có nghĩa miễn bảo trì

Giá trị của hợp kim titan gồm:

- Độ bền riêng cao
- Chống ăn mòn
- Định vị vật liệu cao cấp

Tuy nhiên, nghiên cứu tribology công khai chỉ ra rằng Titanium nhạy với ma sát và Galling; phương án bôi trơn ảnh hưởng đáng kể đến hành vi ma sát và kẹt dính.[R12]

Vì vậy:

> **“Titanium chống ăn mòn” không đồng nghĩa “ren Titanium nên được lắp khô”.**

Khi thiết kế phải đồng thời xác minh:

- Lubricant / Anti-Seize
- Coating
- Vật liệu ren cái
- Tốc độ lắp
- Torque–Clamp
- Mô-men tháo
- Chu kỳ lặp

4.4 Thép hợp kim: Rủi ro dễ bị bỏ qua nhất là Hydrogen Embrittlement

Thép cường độ cao có độ bền và hiệu quả tiết diện rất tốt, nhưng phải chú ý đến hydrogen embrittlement trong quá trình mạ điện.

ISO 4042:2022 quy định các yêu cầu liên quan cho electroplated steel fasteners, trong đó nêu rõ yêu cầu và khuyến nghị giảm rủi ro giòn hydro; ISO 4042:2022/Amd 1:2026 đã được phát hành năm 2026.[R20][R21]

Đồng thời:

- ISO 15330 cung cấp lộ trình preloading test liên quan đến phát hiện giòn hydro.[R22]
- ISO/TR 20491 cung cấp khung cơ chế cơ bản cho hydrogen embrittlement của steel fastener.[R23]

Vì vậy, không thể chỉ dựa vào:

> Độ cứng + Phun muối

để phát hành Pivot bằng thép cường độ cao. Còn phải đánh giá:

- Mác thép
- UTS / độ cứng
- Làm sạch / tẩy axit
- Lộ trình mạ điện
- Thời gian đến khi bake (nếu áp dụng)
- Quy trình bake (nếu áp dụng)
- Kiểm soát nhà cung cấp
- Truy xuất theo lô
- Phương pháp phát hiện / xác nhận

4.5 Thép không gỉ: Phải nêu cụ thể grade và property class

ISO 3506-1:2020 phân cấp tính chất cơ học và vật lý của bolts / screws / studs bằng thép không gỉ chống ăn mòn.[R25]

Do đó, không nên chỉ viết:

> "Pivot Bolt bằng thép không gỉ"

mà phải làm rõ:

- Grade chính xác
- Property class
- Ren
- Trạng thái biến cứng nguội / nhiệt
- Môi trường ăn mòn
- Hành vi galling

4.6 Coating là hệ đa mục tiêu, không chỉ là màu sắc

Kỹ thuật bề mặt ít nhất đồng thời ảnh hưởng đến:

- Ăn mòn
- Ma sát
- Mài mòn
- Ngoại quan
- Kích thước
- Độ lắp ren
- Torque–Clamp
- Tháo
- Tuân thủ hóa chất

Ví dụ, các hệ coating cho electroplated steel fasteners trong ISO 4042 không chỉ liên quan đến ăn mòn mà còn đến kích thước, top coat, lubricant và rủi ro hydrogen embrittlement.[R20]

ISO 10683:2018 bao phủ các hệ zinc flake coating không điện phân cho steel fasteners.[R24]

4.7 Phun muối: Phép thử có giá trị nhưng thường bị lạm dụng

Mô tả công khai của ISO 9227 rất rõ:

Phương pháp phun muối có thể dùng để:

- Kiểm tra chất lượng bảo vệ có được duy trì hay không
- Phát hiện khuyết tật coating

Nhưng:

- Không nên dùng để xếp hạng đơn giản độ bền ăn mòn dài hạn giữa các vật liệu khác nhau
- Không nên dùng để dự đoán tuổi thọ ăn mòn thực dài hạn.[R19]

Vì vậy, phải xóa cách diễn đạt:

> "200 giờ phun muối = hai năm sử dụng."

4.8 Bằng chứng mới năm 2026 về phun muối bu-lông: ISO/TR 19852

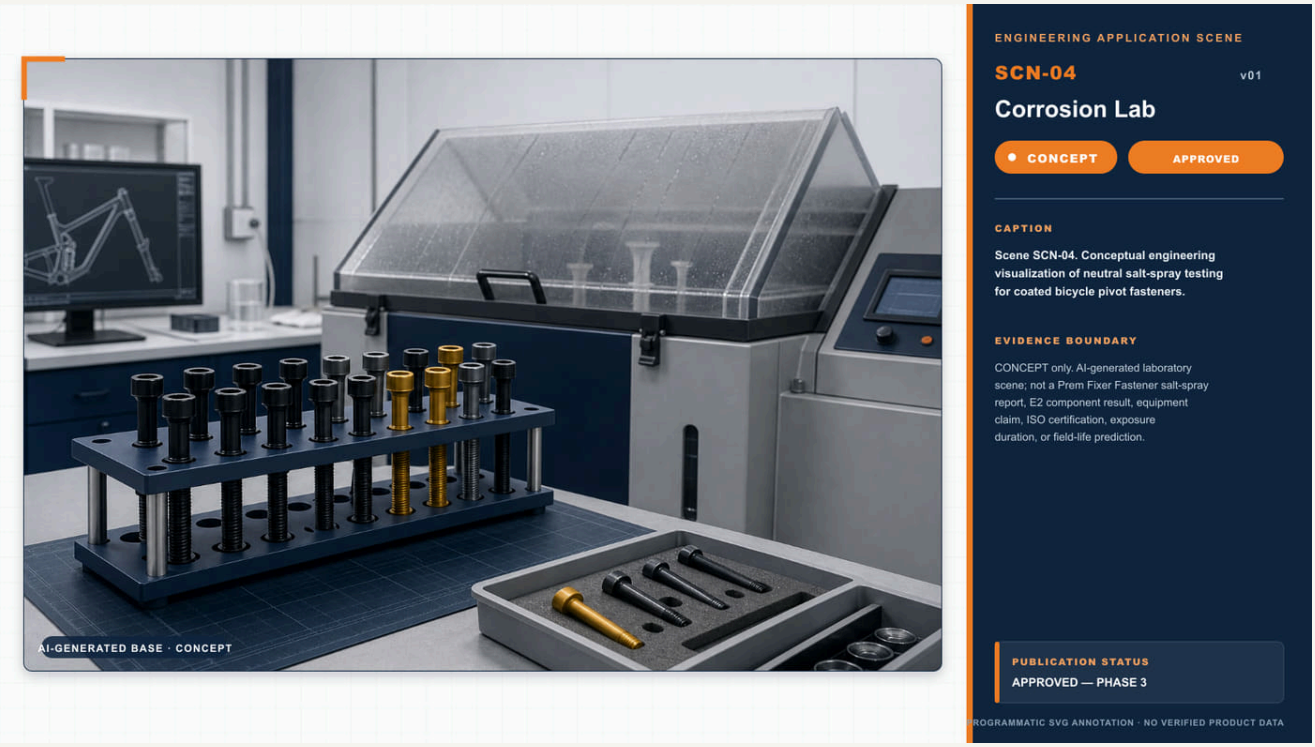
ISO/TR 19852:2026 thực hiện nghiên cứu liên phòng thử nghiệm bằng neutral salt spray trên các coated bolt M6×50, ghi nhận các hiện tượng grey veil, white rust và red rust, đồng thời tập trung vào reproducibility giữa các phòng thử.[R26]

Ý nghĩa đối với sách trắng là:

> **Bản thân báo cáo phun muối cũng cần "bằng chứng chất lượng thử nghiệm".**

Salt Spray Evidence Pack của PremFixer Fasteners trong tương lai phải ghi:

```
Phòng thử:
Tủ thử:
Vật liệu nền:
Coating:
Tiền xử lý:
Chiều dày:
Loại thử nghiệm:
Nhiệt độ:
Điều kiện pH / thu dung dịch:
Cỡ mẫu:
Hướng đặt:
Khoảng thời gian kiểm tra:
Tiêu chí ăn mòn trắng:
Tiêu chí ăn mòn đỏ:
Số báo cáo:
```



SCN-04 · Cảnh ứng dụng — SCN-04. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về thử phun muối trung tính cho chi tiết liên kết trục xoay xe đạp có coating. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

4.9 Xử lý đen truyền thống so với coating hiệu năng cao: Không dùng số giờ vô điều kiện

V1.0 từng dùng:

> Xử lý đen <24 h
> Coating cao cấp 96–200 h

V2.0 đổi thành:

> **Thử song song các coating stack cụ thể trên cùng vật liệu nền, cùng specimen geometry và cùng phương pháp ISO 9227.**

Nếu kết quả tương lai là:

- A = 24 h
- B = 192 h

thì khi phát hành phải viết:

> **“Trong phép thử cụ thể này...”**

thay vì mở rộng kết quả thành thuộc tính vật liệu của mọi black oxide hoặc mọi PVD.

4.10 Cyclic Corrosion: Công cụ phát triển gần môi trường thực hơn

Môi trường MTB thường không phải phun muối ổn định mà là:

Ướt → Bùn → Khô → Rửa → Muối → Thay đổi nhiệt độ → Rung

Vì vậy, dự án cao cấp có thể cân nhắc định nghĩa cyclic environmental test.

Trong hệ thống ISO hiện tại cũng có các phương pháp thử ăn mòn theo chu kỳ wet/salt-fog/dry/humid để đánh giá coating performance trong điều kiện phức tạp hơn.[R27]

Tuy nhiên, dự án xe đạp vẫn nên định nghĩa chu kỳ riêng theo ứng dụng dựa trên:

- Khu vực sử dụng
- Muối mùa đông
- Thói quen rửa xe
- Độ ẩm
- Mức tiếp xúc bùn

4.11 CFRP + Aluminum: Ăn mòn điện hóa phải được đưa vào DFM của Pivot

Nghiên cứu công khai chỉ ra rằng CFRP và Aluminum có thể tạo cặp galvanic mạnh khi có chất điện ly, làm tăng tốc ăn mòn phía nhôm.[R11]

Điều này rất quan trọng đối với MTB carbon cao cấp vì kết cấu thường có thể đồng thời gồm:

- Khung carbon
- Linkage / insert bằng nhôm
- Hardware bằng titan / thép
- Bearing không gỉ

Rủi ro không phải vì "đặt vật liệu khác nhau cạnh nhau là chắc chắn ăn mòn", mà cần đồng thời có:

1. Vật liệu khác điện thế
2. Kết nối dẫn điện
3. Chất điện ly

Do đó, giải pháp là:

- Cách ly điện
- Coating chắn
- Washer/sleeve cách điện
- Seal
- Thoát nước
- Grease / anti-seize khi phù hợp

- Giảm thiểu giữ nước trong khe

4.12 Polymer Isolation: Có thể dùng làm hướng xác minh

Nghiên cứu liên quan về bolted joint composite/metal đã xác nhận tư duy kỹ thuật rằng cách điện bằng polymer có thể giảm rủi ro galvanic coupling.[R28]

Dù hệ vật liệu của bài báo không hoàn toàn giống xe đạp, kết quả vẫn hỗ trợ rằng:

> **Cách ly điện là một chiến lược có thể xác minh và đáng đưa vào DFM của Pivot System.**

Cuối cùng vẫn cần thử nghiệm môi trường trên tổ hợp vật liệu thực của PremFixer Fasteners / khách hàng.

Hộp bằng chứng của chương

Bên ngoài

- Galling của Ti: [R12]
- Galvanic CFRP/Al: [R11]
- Cách ly polymer: [R28]
- ISO 4042 / giòn H: [R20]-[R23]
- ISO 9227: [R19]
- ISO/TR 19852: [R26]
- ISO 10683: [R24]
- ISO 3506-1: [R25]

PremFixer Fasteners

- Ánh xạ MTC vật liệu: C04-001/002/003/004 / E0
- Phun muối cho coating cụ thể: C04-006 / E0 → E2
- Stack Zn-Ni: C04-007 / E0
- Tháo/galling Ti: C04-011 / E0 → E3
- Kiểm soát giòn H: C04-012 / E0 → supplier/process evidence

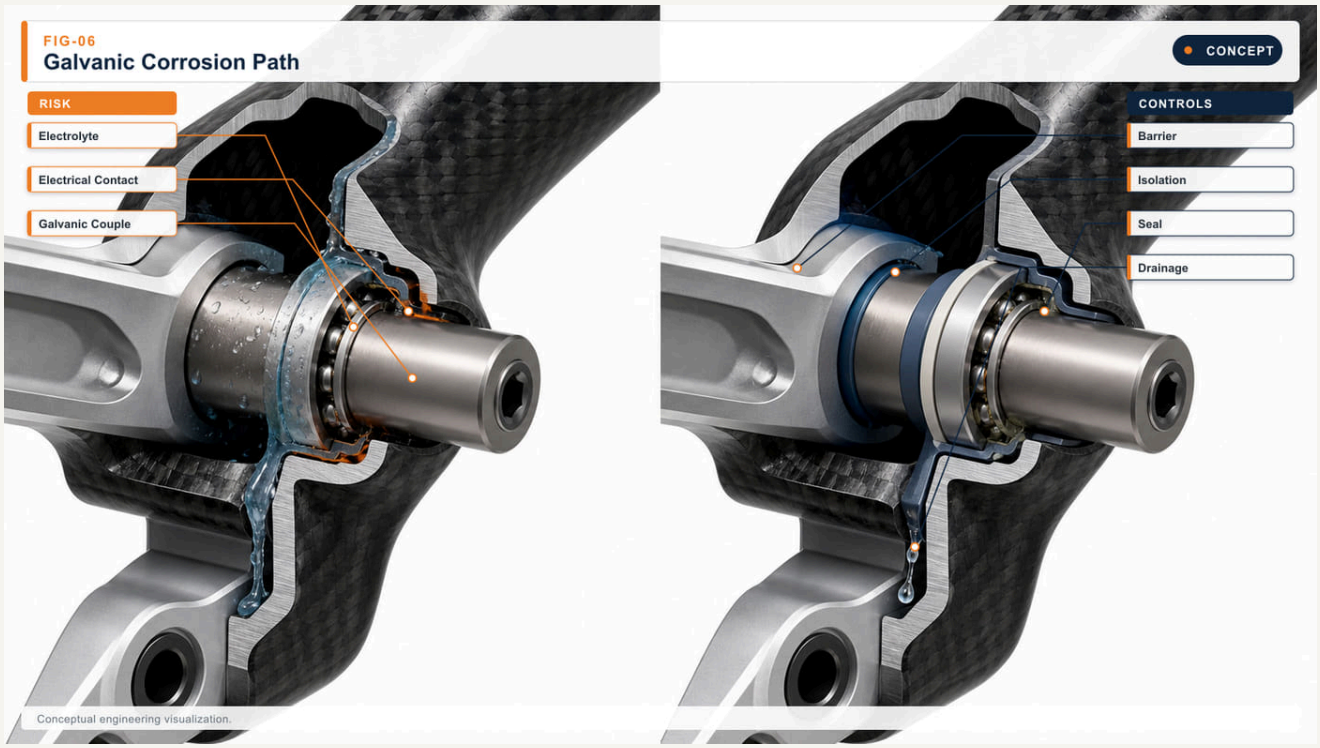
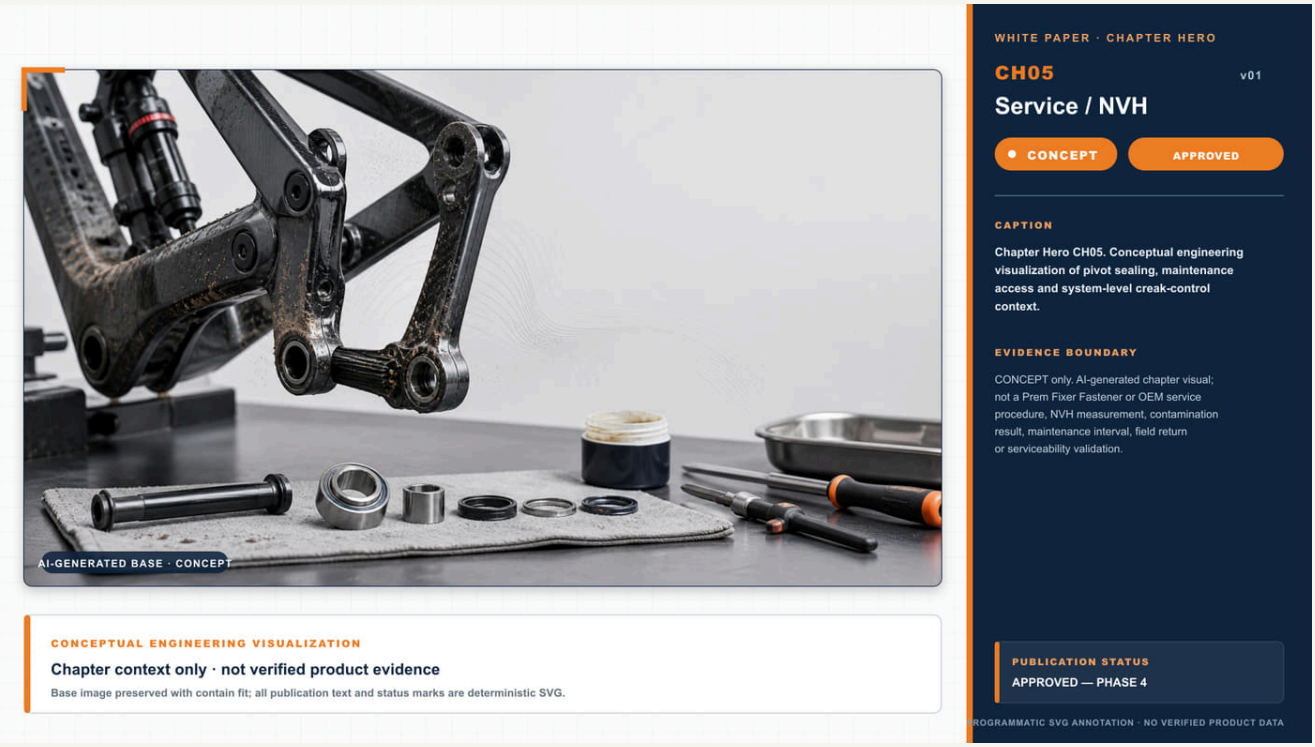


FIG-06 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-06. Đường ăn mòn galvanic và chiến lược cách ly. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm; không ngụ ý một tổ hợp hợp kim hay kết quả ăn mòn đã xác minh. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

Chương 5: Làm kín, nhiễm bẩn, NVH và khả năng bảo trì

5. Phòng chống nhiễm bẩn, kiểm soát tiếng kêu và khả năng bảo trì



CH05 · Hình mở đầu chương — CH05. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về làm kín trục xoay, tiếp cận bảo trì và bối cảnh kiểm soát tiếng kêu cấp hệ thống. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

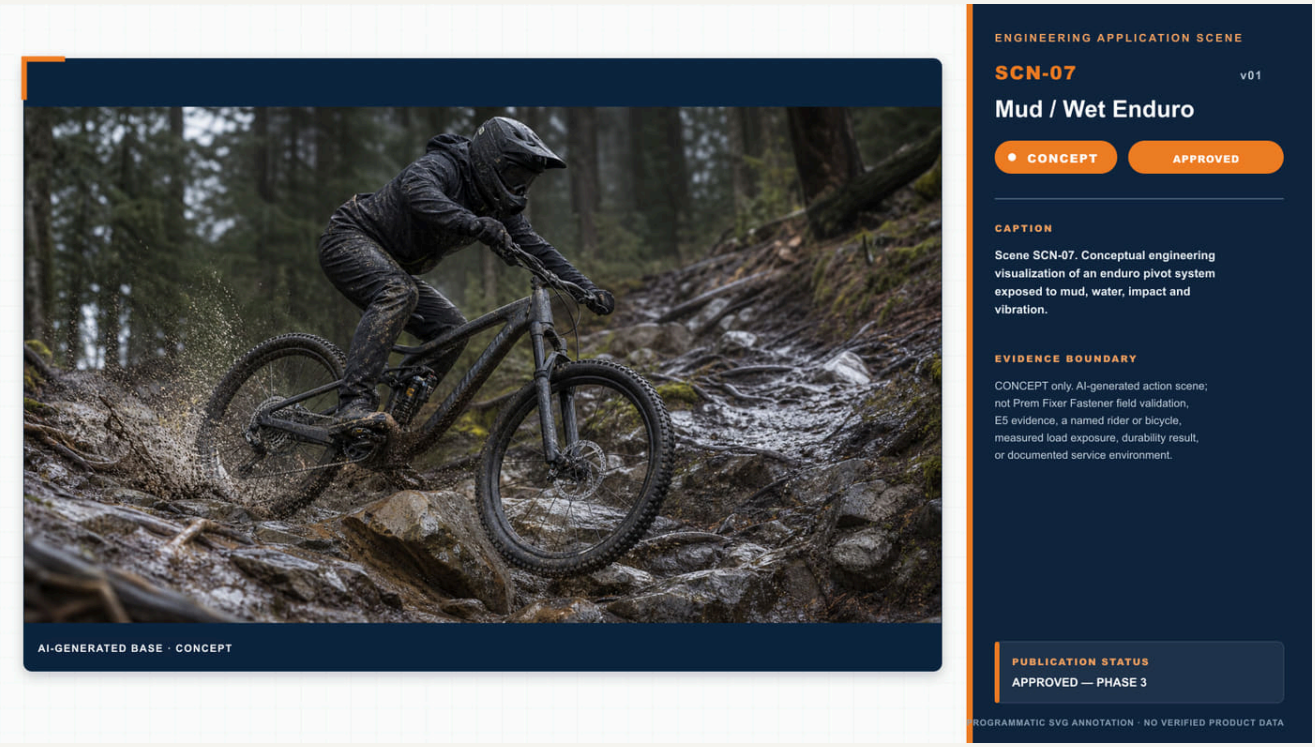
5.1 Môi trường thực của MTB không phải phòng thí nghiệm

Pivot System thực tế phải đối mặt với:

- Nước
- Bùn
- Bụi mịn
- Cát
- Mồ hôi
- Muối đường
- Chất tẩy dầu
- Chất rửa xe đạp
- Rửa áp lực
- Biến thiên nhiệt độ

Tài liệu kỹ thuật ổ trục chỉ ra rằng độ ẩm và micro-motion đều có thể thúc đẩy hư hại ổ trục / hư hỏng kiểu fretting.[R5][R6]

Hướng dẫn bảo trì công khai của Santa Cruz đặc biệt nêu rằng pivot bearing cần được kiểm tra thường xuyên hơn trong môi trường ẩm ướt, cát hoặc nhiều bụi.[R9]



SCN-07 · Cảnh ứng dụng — SCN-07. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về hệ thống trục xoay enduro tiếp xúc với bùn, nước, va đập và rung. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

5.2 Phòng chống nhiễm bẩn nhiều lớp

Khuyến nghị hiểu thiết kế làm kín như nhiều lớp barrier:

Lớp 1 — Hình học bên ngoài

Chắn nước, chắn bùn

Lớp 2 — O-Ring / Sealing Washer

Giảm đường xâm nhập trực tiếp

Lớp 3 — Labyrinth

Tăng chiều dài đường nhiễm bẩn

Lớp 4 — Bearing Seal

Tuyến phòng vệ cuối

Lớp 5 — Grease Barrier

Bôi trơn + hàng rào nhiễm bẩn bổ sung

Lớp 6 — Thoát nước

Cho phép lượng nước không thể tránh hoàn toàn rời khỏi hệ thống

Nguyên tắc thiết kế:

> **Đừng yêu cầu một seal giải quyết mọi cơ chế nhiễm bẩn.**

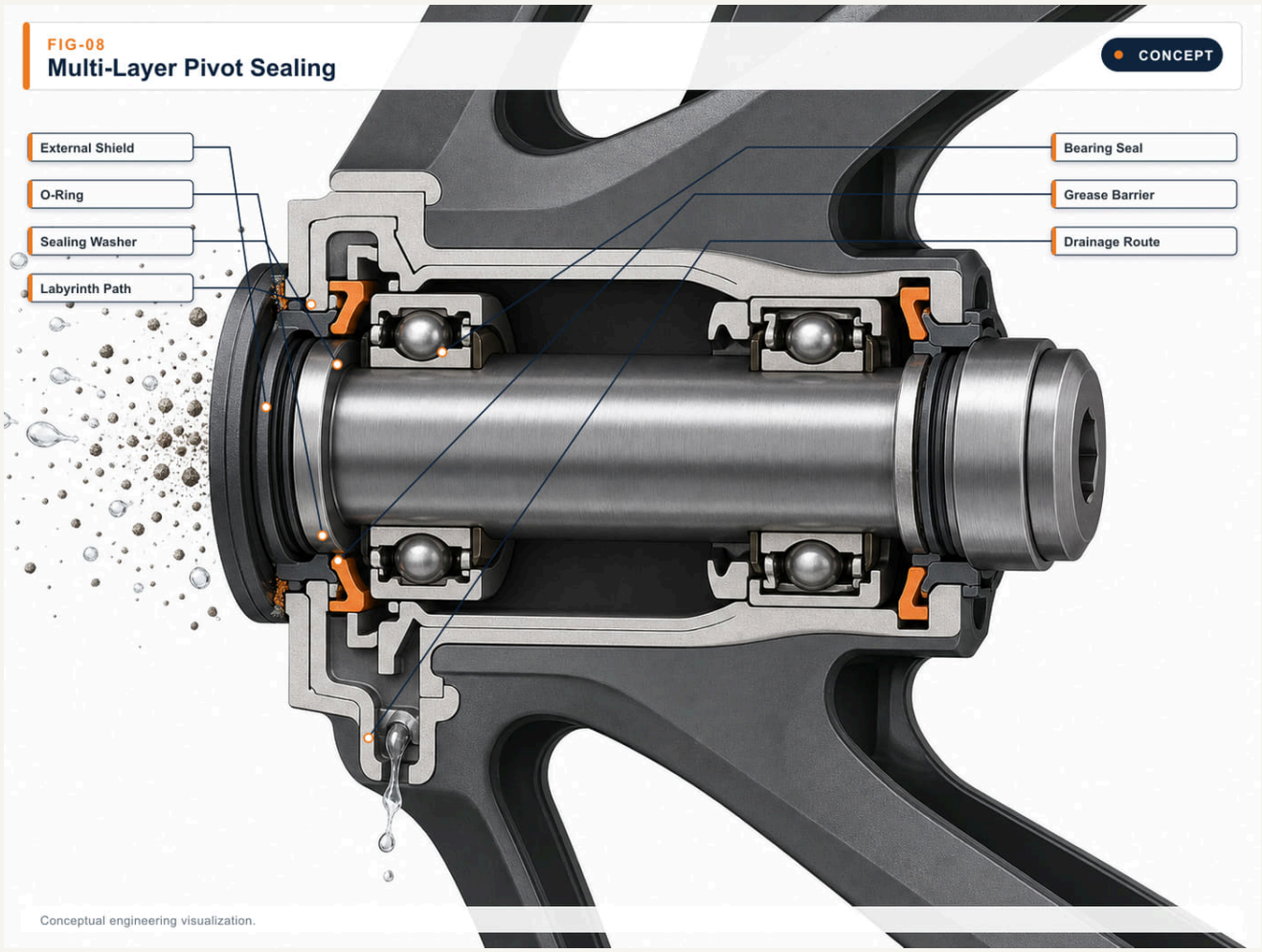


FIG-08 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-08. Kiến trúc làm kín trục xoay nhiều lớp. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm; không phải bằng chứng đã xác minh về xâm nhập, rửa hoặc tuổi thọ dịch vụ. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

5.3 Rửa áp lực cao

Dòng nước áp lực cao có thể:

- Vượt qua mép seal

- Pha loãng / rửa trôi grease
- Đưa cleaner vào trong
- Tăng tốc ăn mòn bearing

Vì vậy, có thể thiết lập nội bộ:

Thử nghiệm phát triển rửa / xâm nhập

Đầu ra:

- Khối lượng / lượng nước xâm nhập
- Cảm giác ổ trục
- Ăn mòn
- Trạng thái grease
- Mô-men quay

5.4 Creak là triệu chứng của hệ thống

Tài liệu xử lý sự cố Creak công khai hiện tại của Santa Cruz trực tiếp liệt kê dirty/worn bearings là một nguồn tiếng bất thường phổ biến. [R29]

Nhưng về kỹ thuật, Pivot Creak có thể đến từ:

- Vòng trong bearing / axle
- Vòng ngoài bearing / frame
- Spacer
- Mặt shoulder
- Washer
- Mặt tựa đầu bolt
- Thread
- Insert
- Link
- Tiếp xúc khô

Vì vậy:

> **Không thể chẩn đoán đơn giản Creak là “bu-lông bị lỏng”.**

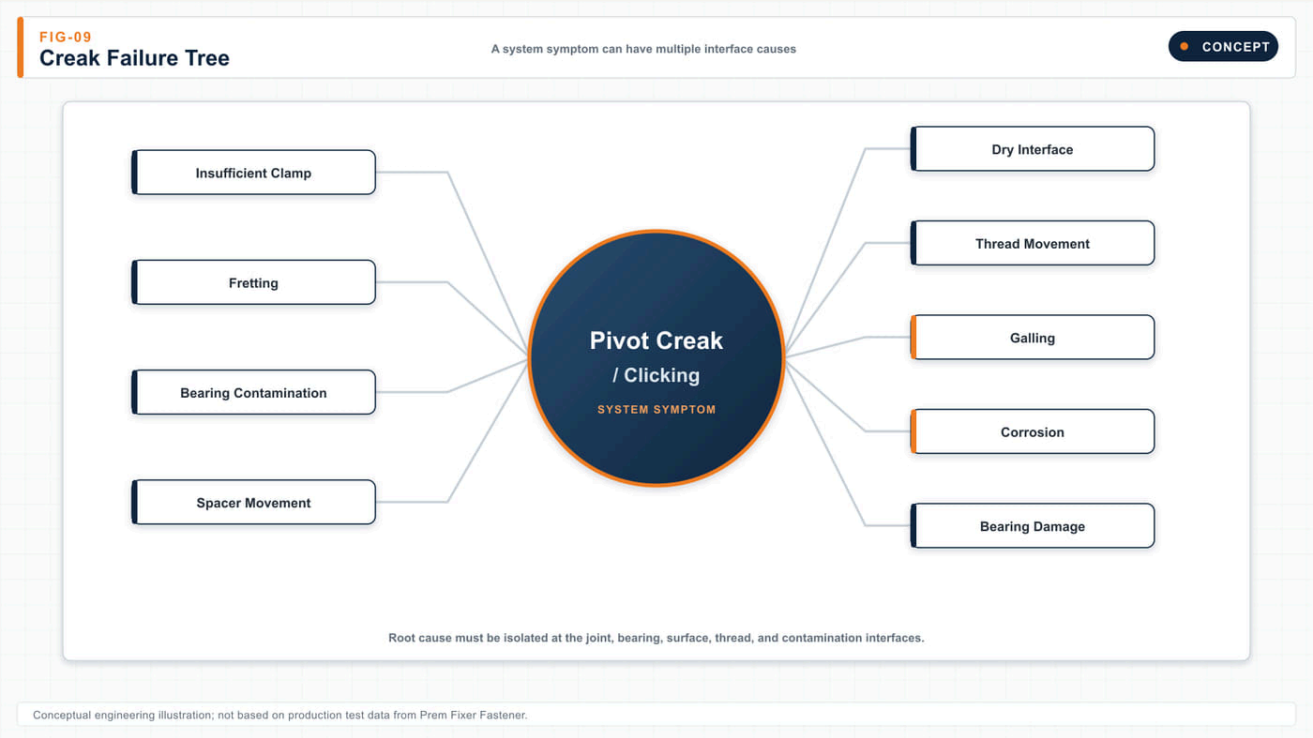


FIG-09 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-09. Cây hư hỏng tiếng kêu trục xoay mang tính khái niệm, thể hiện nhiều nguyên nhân giao diện có thể có. Đây là khung chẩn đoán, không phải bằng chứng tỷ lệ hư hỏng. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

5.5 Micro-Slip và Fretting

Chuyển động tương đối rất nhỏ có thể:

- Phá vỡ màng bề mặt
- Tạo mạt mòn
- Thay đổi ma sát tiếp xúc
- Tăng khe hở
- Tạo tiếng ồn
- Thúc đẩy ăn mòn

Chiến lược kiểm soát:

- Lực siết trước đúng
- Độ lắp chức năng
- Mặt đỡ ổn định
- Trạng thái bề mặt
- Bôi trơn thích hợp
- Chống tự lỏng
- Kiểm soát nhiễm bẩn

5.6 Chuỗi chức năng Bearing–Axle–Spacer

Mỗi thiết kế Pivot phải trả lời được:

1. Bearing ring nào được kẹp?
2. Chi tiết nào cần quay tương đối?
3. Giao diện nào chịu cắt?
4. Thread có nằm trong mặt cắt chính hay không?
5. Spacer khép đường tải dọc trục như thế nào?
6. Torque có đặt side load bất thường lên Bearing hay không?

Load Path đúng phải được thể hiện trực tiếp bằng CAD / bản vẽ mặt cắt.

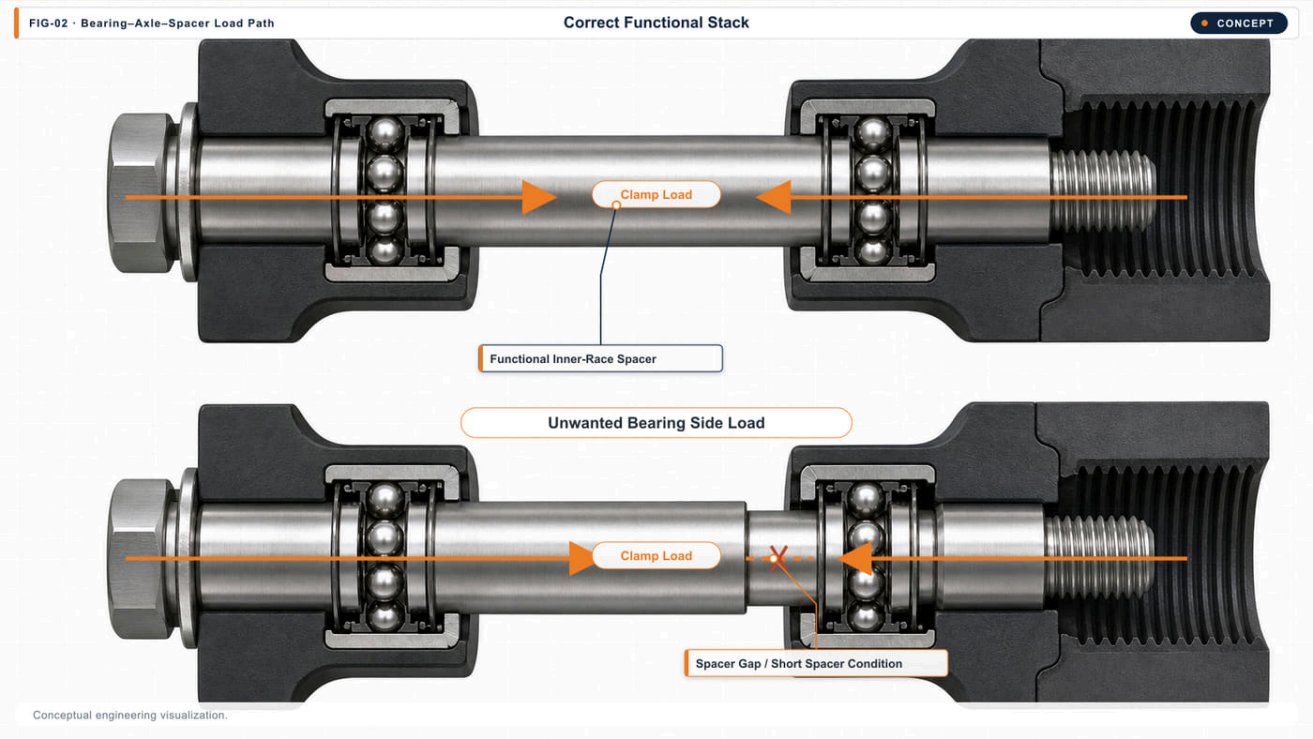


FIG-02 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-02. Đường tải chức năng bearing–axle–spacer và điều kiện side-load khi spacer ngắn. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm; không ngụ ý lực đã định lượng hoặc stack đã phát hành. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

5.7 Khả năng bảo trì: Lần tháo thứ ba mới là thử thách thực sự

Thiết kế khung không thể chỉ hỏi:

> "Nhà máy có lắp đúng ngay lần đầu hay không?"

mà còn phải hỏi:

> “Sau hai năm sử dụng, cửa hàng có tháo bình thường được hay không?”

Các chỉ số quan trọng:

- Khả năng tiếp cận dụng cụ
- Độ bền drive
- Mô-men tháo
- Kẹt do ăn mòn
- Galling
- Chi tiết captive
- Nhận dạng chi tiết
- Khả năng cung ứng thay thế
- Quy tắc tái sử dụng

5.8 Bảo trì OEM chứng minh Serviceability là nhu cầu thực

Hướng dẫn bảo trì công khai của Santa Cruz đưa ra logic kiểm tra và bôi trơn định kỳ Pivot Axle / Bearing.[R9] Một số sản phẩm hai giảm xóc hiện tại của Specialized cung cấp hỗ trợ thay thế dài hạn cho suspension pivot bearing.[R10]

Điều này không có nghĩa bearing của họ “chất lượng kém”, mà cho thấy:

> **Các thương hiệu cao cấp đã coi Pivot Bearing là linh kiện có thể bảo trì trong vòng đời xe hoàn chỉnh.**

Vì vậy, sách trắng đề xuất:

Chỉ số khả năng bảo trì

Có thể đánh giá:

- Tính phổ dụng của dụng cụ
- Tiếp cận
- Tháo
- Thay ổ trục
- Kit thay thế
- Đặc tả mô-men
- Rủi ro kẹt
- Tính lặp lại khi lắp lại

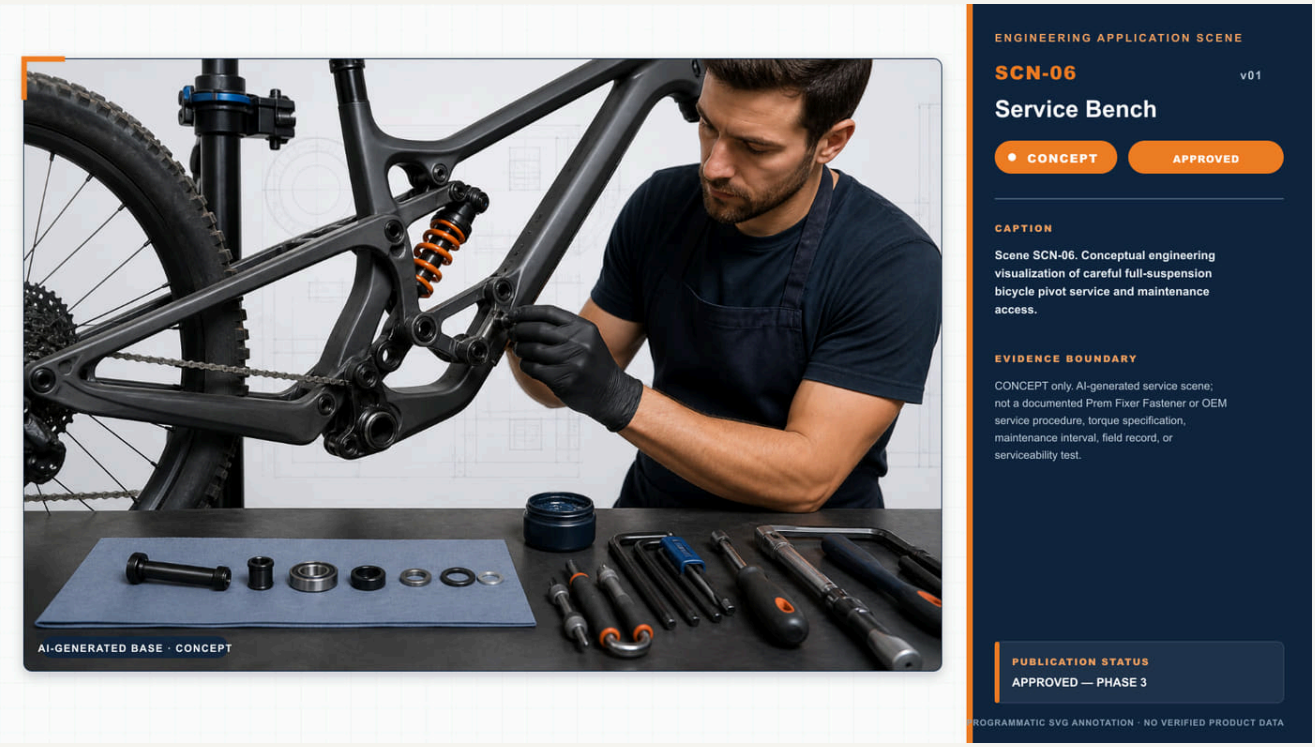
Hộp bằng chứng của chương

Bên ngoài

- Fretting / độ ẩm: [R5][R6]
- Bảo trì Santa Cruz: [R9]
- Xử lý sự cố Creak: [R29]
- Hỗ trợ ổ trục Specialized: [R10]

PremFixer Fasteners

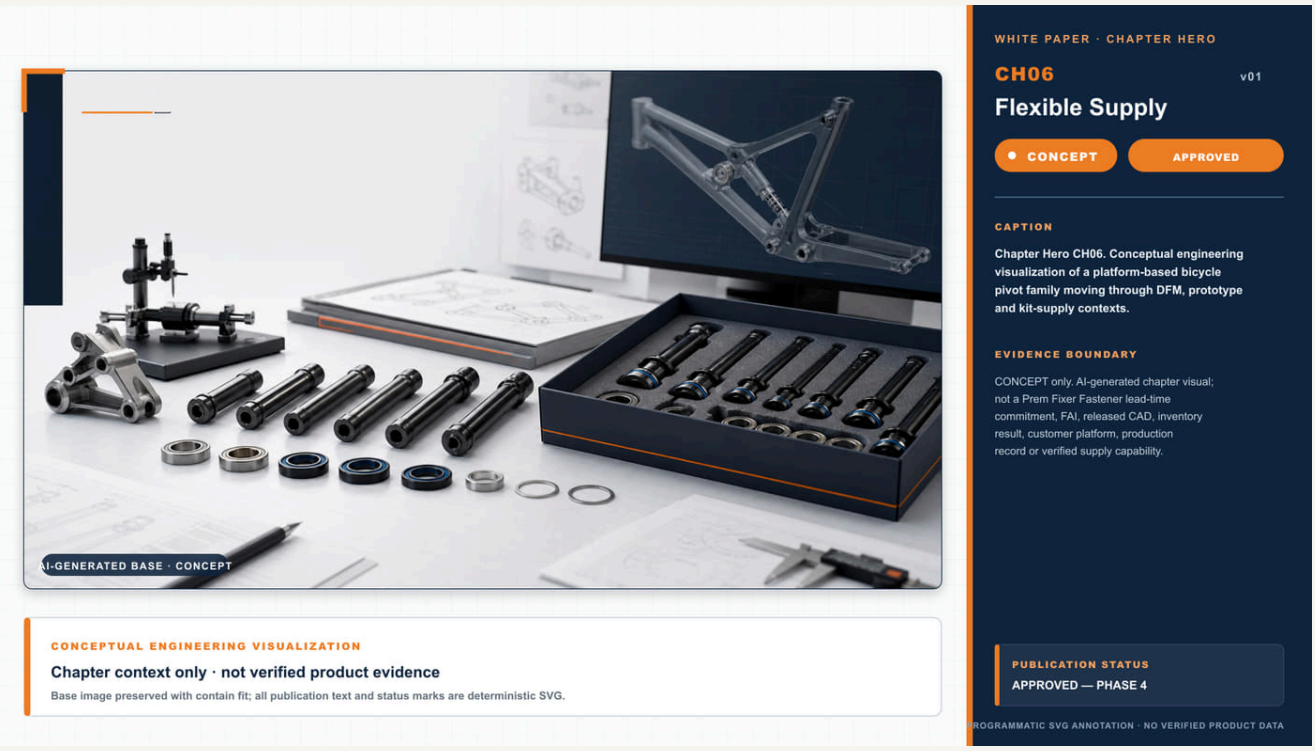
- Thử xâm nhập: C05-001 / E0
- Cải thiện NVH: C05-004 / E0
- Mô-men tháo: C05-005 / E0
- Tính lặp lại lần bảo trì thứ ba: C05-007 / E0



SCN-06 · Cảnh ứng dụng — SCN-06. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về bảo trì cẩn thận trục xoay xe đạp hai giảm xóc và khả năng tiếp cận dịch vụ. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

Chương 6: Phát triển nhanh, nền tảng hóa và tính linh hoạt chuỗi cung ứng

6. Phát triển nhanh, chiến lược nền tảng và tính linh hoạt cung ứng



CH06 · Hình mở đầu chương — CH06. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về một họ trục xoay xe đạp dựa trên nền tảng đi qua các bối cảnh DFM, mẫu thử và cung ứng kit. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

6.1 Build-to-Print không còn đủ

Quy trình truyền thống:

> Bản vẽ → Báo giá → Gia công

Khuyến nghị cho Pivot cao cấp:

> Yêu cầu
> → DFM
> → Đánh giá rủi ro
> → Định nghĩa Joint

> → Vật liệu / Coating
> → Mẫu thử
> → FAI
> → Thử Joint
> → Pilot
> → Phát hành

6.2 Các câu hỏi phải trả lời trong vòng DFM đầu tiên

Hình học

- Thread có nằm trong vùng cắt cao không?
- Điểm kết thúc lỗ rỗng có notch không?
- Shoulder có đủ đỡ không?
- Tool engagement có đủ không?

Độ lắp

- Bearing ID
- Shank
- Spacer
- Link
- Coating

Vật liệu

- Độ bền
- Mỏi
- Ăn mòn
- Galling
- Tính tương thích coating

Lắp ráp

- Torque
- Bôi trơn
- Threadlocker
- Tiếp cận
- Chống sai lỗi

Dịch vụ

- Tháo
- Tái sử dụng

- Phụ tùng
- Đánh dấu

6.3 Prototype 7–10 ngày chỉ có thể là mục tiêu có điều kiện

V2.0 khuyến nghị:

> [TARGET] **Với dự án đã sẵn có nguồn lực về vật liệu, dụng cụ, nhiệt luyện và xử lý bề mặt, có thể đặt mục tiêu mẫu nhanh 7–10 ngày làm việc; lead time thực tế tùy theo Critical Path của dự án.**

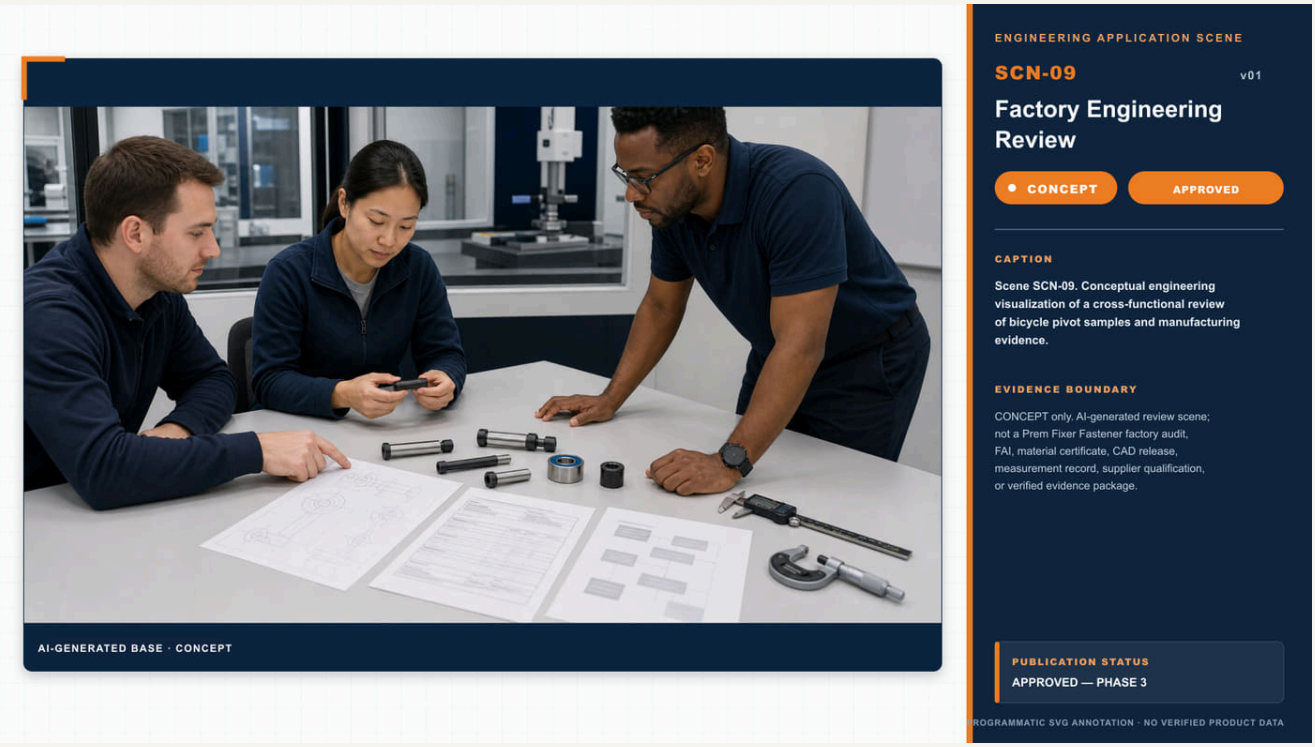
Để nâng thành sự thật phải cung cấp:

- Ngày RFQ
- Ngày chốt bản vẽ
- Ngày hoàn thành mẫu
- Ngày FAI
- Phản hồi khách hàng

6.4 FAI: Không phải chỉ “đo vài kích thước”

FAI đầy đủ được khuyến nghị gồm:

- Balloon bản vẽ
- Báo cáo kích thước đầy đủ
- Chứng chỉ vật liệu
- Nhiệt luyện
- Chứng chỉ coating
- Dưỡng kiểm ren
- Độ lắp chức năng
- Khối lượng
- Ảnh
- Phiên bản
- Sai lệch



SCN-09 · Cảnh ứng dụng — SCN-09. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về đánh giá liên chức năng đối với mẫu trục xoay xe đạp và bằng chứng chế tạo. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

6.5 Nền tảng hóa

Nhiều mẫu xe có thể dùng chung:

- Họ ren
- Drive
- Giao diện bearing
- Coating
- Vật liệu
- Họ washer
- Logic mã chi tiết

trong khi thay đổi:

- Chiều dài shoulder
- Chiều dài tổng
- Chiều sâu lỗ rỗng
- Hình học đầu

Mục đích:

> **Giảm biến thể không cần thiết, không phải ép mọi mẫu xe dùng cùng một chi tiết.**

6.6 “Giảm SKU 30–50%” phải được chứng minh bằng BOM khách hàng

Sách trắng chung chỉ giữ mô hình:

$$\text{Savings}_{SKU} = C_{inventory} + C_{MOQ} + C_{planning} + C_{quality} + C_{service}$$

Tỷ lệ tiết kiệm thực phải được tính từ:

- Số SKU trước
- Số SKU sau
- Sản lượng
- MOQ
- Tồn kho an toàn
- Nhu cầu phụ tùng

6.7 Một xe / Một Pivot Kit

Logic đóng gói phù hợp với nhà máy lắp ráp:

- Một kit cho một khung
- Đánh dấu vị trí
- QR / lô
- Trình tự lắp ráp
- Tham chiếu mô-men
- Kiểm soát phiên bản

Có thể giảm:

- Thiếu chi tiết
- Trộn chiều dài
- Lấy chi tiết cạnh chuyền
- Nhầm phiên bản

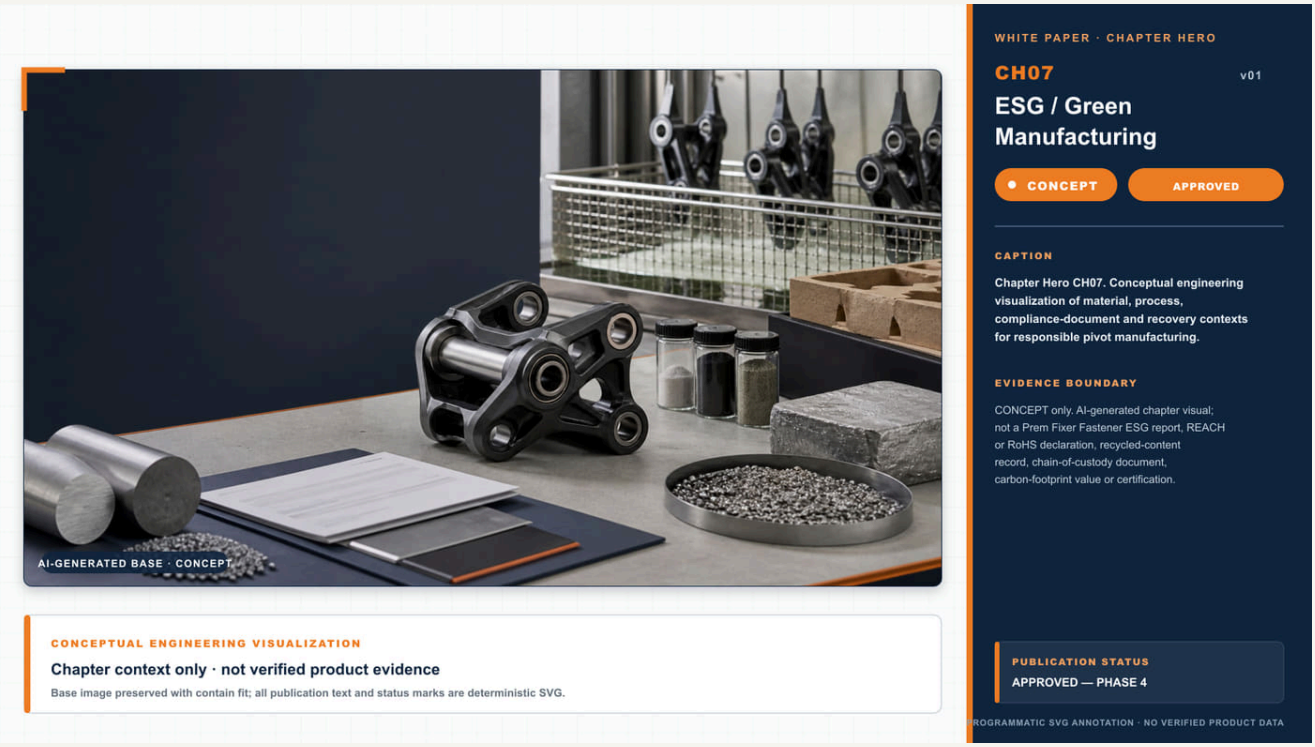
Hộp bằng chứng của chương

PremFixer Fasteners

- Lead time mẫu thử: C06-001 / E0
- Năng lực FAI: C06-002 / E0
- Cung ứng kit: C06-003 / E0
- Giảm TCO: C06-004 / E0-E1
- Giảm SKU: C06-005 / E0

Chương 7: ESG, REACH, RoHS và sản xuất xanh

7. ESG, tuân thủ hóa chất và sản xuất xanh



CH07 · Hình mở đầu chương — CH07. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về các bối cảnh vật liệu, quy trình, tài liệu tuân thủ và thu hồi trong sản xuất trục xoay có trách nhiệm. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

7.1 ESG không thể dừng ở bốn chữ “vật liệu thân thiện môi trường”

Đối với chuỗi cung ứng thương hiệu cao cấp, ESG/Compliance có thể yêu cầu:

- Chất bị hạn chế
- Truy xuất nguồn gốc
- Kiểm soát Cr(VI)
- Hàm lượng tái chế
- Chuỗi hành trình sản phẩm
- Dấu chân carbon
- Quản lý môi trường nhà cung cấp

7.2 REACH: Candidate List là danh sách động

ECHA Candidate List được cập nhật, vì vậy tuyên bố đúng phải có:

- Ngày phát hành
- Ngày tham chiếu Candidate List
- Phạm vi vật liệu / SKU
- Phiên bản tuyên bố nhà cung cấp
- Thử nghiệm / sàng lọc khi cần

Không được viết:

> "Tuân thủ REACH vĩnh viễn."

7.3 RoHS: Phải xác định đúng phạm vi áp dụng

Đối tượng cốt lõi của RoHS 2011/65/EU là Electrical and Electronic Equipment.[R30]

Vì vậy, nhu cầu bằng chứng RoHS cho Pivot Hardware cơ khí phải được đánh giá theo:

- Phạm vi sản phẩm E-bike / EEE cuối
- BOM khách hàng
- Customer RSL
- Hợp đồng

Cách diễn đạt đúng:

> **"Có thể cung cấp tuyên bố vật liệu tương ứng theo phạm vi áp dụng quy định của sản phẩm cuối và quy cách chất bị hạn chế của khách hàng."**

7.4 Không Cr(VI)

Chuỗi cung ứng có thể giảm rủi ro liên quan đến crom hóa trị sáu bằng:

- Thụ động hóa hóa trị ba
- Topcoat không Cr(VI)
- Hệ zinc-flake phù hợp
- Coating thay thế

Nhưng "không Cr(VI)" phải được hỗ trợ bởi:

- Tuyên bố nhà cung cấp
- Đặc tả hóa chất

- Báo cáo thử khi cần

7.5 Hàm lượng tái chế: Phải thiết lập Chain of Custody

Cập nhật ISO năm 2026 về environmental claims / chain of custody tiếp tục nhấn mạnh rằng tuyên bố môi trường cần logic phân bổ và truy xuất vật liệu đáng tin cậy.[R31][R32]

Vì vậy, nếu PremFixer Fasteners trong tương lai tuyên bố:

> "X% nhôm tái chế"

thì phải giữ:

- Nhà cung cấp nguyên liệu
- Lô
- Tuyên bố
- Mô hình chain-of-custody
- Phương pháp tính
- Quy tắc mass-balance khi áp dụng

7.6 Dấu chân carbon

Trong tương lai có thể thiết lập:

CFP =
Raw\ Material
+ Machining
+ Heat\ Treatment
+ Coating
+ Packaging
+ Transport

Cách xuất:

- kg CO_2e / 1.000 chiếc
- kg CO_2e / Pivot Kit

Nhưng trước tiên phải định nghĩa:

- Ranh giới
- Nguồn dữ liệu
- Phân bổ
- Cơ cấu điện

- Giả định vận chuyển

Hộp bằng chứng của chương

Bên ngoài

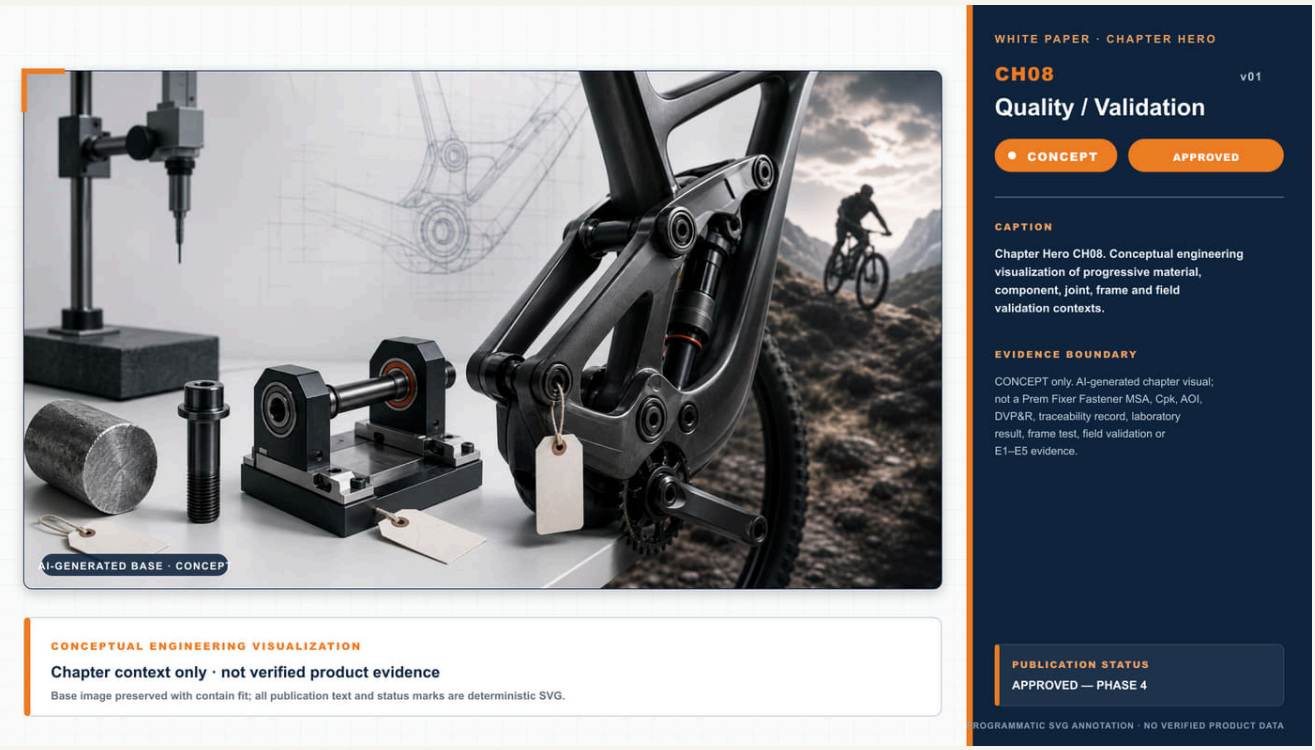
- ECHA / REACH: [R33]
- RoHS: [R30]
- ISO 14021 / chain of custody: [R31][R32]

PremFixer Fasteners

- Tuyên bố REACH: C07-001 / E0
- Bằng chứng không Cr(VI): C07-002 / E0
- Hàm lượng tái chế: C07-004 / E0
- CFP: C07-005 / E0

Chương 8: Kỹ thuật chất lượng, DVP&R và sản xuất thông minh

8. Kỹ thuật chất lượng, xác nhận và truy xuất số



CH08 · Hình mở đầu chương — CH08. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về các bối cảnh xác nhận tiến dần từ vật liệu, linh kiện, mối ghép, khung đến hiện trường. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

8.1 DFMEA: Từ “kiểm tra khuyết tật” lên “phòng ngừa hư hỏng”

Ví dụ:

Chế độ hư hỏng	Nguyên nhân tiềm ẩn	Hậu quả tiềm ẩn	Phòng ngừa
Tự lỏng	Mất lực kẹp / rung	Rơ / Creak	Thiết kế Joint + khóa
Tuột ren	Quá mô-men / ren cái yếu	Mất giữ	Độ ăn ren + mô-men
Fretting	Độ lắp / vi trượt	Mòn / Creak	Độ lắp + lực kẹp
Galling	Ti/SS tiếp xúc khô	Kẹt	Bôi trơn/coating
Ăn mòn	Coating/galvanic	Kẹt / mất độ bền	Bề mặt + cách ly
Nứt mỏi	Tập trung ứng suất	Hư hỏng kết cấu	Hình học + thử mỏi

Chế độ hư hỏng	Nguyên nhân tiềm ẩn	Hậu quả tiềm ẩn	Phòng ngừa
Cản trở ổ trục	Kẹp quá mức / spacer	Đáp ứng hệ thống treo kém	Thiết kế stack
Hư drive	Dụng cụ/hình học	Gia công lại	Kiểm soát giao diện drive

8.2 PFMEA + Control Plan

Rủi ro phía sản xuất:

- Nhầm vật liệu
- Sai chương trình
- Mòn dụng cụ
- Hư ren
- Sai coating
- Sai vị trí patch
- Trộn phiên bản
- Sai đóng gói

Mỗi hạng mục phải liên kết với:

- Phòng ngừa
- Phát hiện
- Tần suất
- Reaction Plan
- Truy xuất

8.3 CTQ

CTQ điển hình của Pivot:

- Đường kính Functional Shank
- Chiều dài Shoulder
- Mặt chức năng
- Ren GO/NO-GO
- Vị trí ren
- Độ đảo
- Hình học drive
- Độ cứng
- Chiều dày coating
- Hành vi ma sát / Torque khi được kiểm soát
- Vị trí locking patch

8.4 MSA phải đi trước Cpk

Nếu hệ thống đo không đáng tin cậy:

> Cpk chỉ là “tính toán chính xác dữ liệu sai”.

Quy trình:

Chọn dụng cụ đo
→ Hiệu chuẩn
→ MSA / Gage R&R
→ SPC
→ Cp/Cpk

Đặc biệt với tolerance hẹp phải kiểm tra:

- Độ phân giải dụng cụ đo
- Nhiệt độ
- Người vận hành
- Đồ gá
- Độ nhám bề mặt
- Coating

8.5 Cpk ≥1,33 nên là cổng dự án, không phải quảng bá không bằng chứng

V2.0 có thể dùng:

- Cpk ≥1,33
- Cpk ≥1,67

làm khuyến nghị dự án hoặc mục tiêu thỏa thuận khách hàng.

Nhưng Claim bên ngoài của PremFixer Fasteners phải đến từ:

- Đặc tính
- Spec
- Quy trình ổn định
- Logic mẫu/nhóm con
- MSA
- Bộ dữ liệu thực

8.6 Sàng lọc AOI 100% ≠ Bảo đảm 0 PPM

AOI có thể dùng cho:

- Thiếu đặc tính
- Khuyết tật đầu
- Chiều dài
- Khuyết tật bề mặt
- Trộn chi tiết
- Một số đặc tính kích thước

Nhưng không thể tự động phát hiện:

- Sai thành phần hóa học vật liệu
- Nứt bên trong
- Hydrogen embrittlement
- Điểm yếu mỏi
- Mọi kích thước bên trong

Vì vậy, cách diễn đạt đúng:

> **Sàng lọc tự động 100% đối với các đặc tính có thể phát hiện đã định nghĩa.**

Không phải:

> "AOI = 0 PPM."

8.7 Tháp xác nhận

Cấp 1 — Vật liệu

- Thành phần hóa học
- Độ cứng
- Dữ liệu cơ học
- Chiều dày coating

Cấp 2 — Chi tiết liên kết

- Kích thước
- Mô-men drive
- Tuột ren
- Kéo / cắt
- Ăn mòn

Cấp 3 — Mối ghép

- Torque–Clamp
- Lắp ráp lặp lại
- Tháo
- Rung ngang
- Cản trở bearing
- Fretting

Cấp 4 — Khung

- Tĩnh
- Mỏi
- Va đập
- Cấu hình trục xoay thực

Cấp 5 — Hiện trường

- Xe pilot
- Số giờ sử dụng
- Bảo hành
- Phản hồi đại lý

FIG-15 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-15. Tháp xác nhận DVP&R mang tính khái niệm, từ kiểm soát vật liệu và chi tiết liên kết qua bằng chứng mối ghép, khung và hiện trường. Không phải hồ sơ xác nhận PremFixer Fasteners đã hoàn tất. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

8.8 ISO 4210 và giới hạn ứng dụng khắc nghiệt

ISO 4210-2:2023 áp dụng cho nhiều loại xe đạp, gồm mountain bicycles, và nêu rõ không áp dụng cho một số xe được thiết kế riêng cho severe applications như sanctioned competition hoặc stunting.[R34]

ISO 4210-6:2023 cung cấp các phương pháp thử frame and fork tương ứng với ISO 4210-2.[R35]

Vì vậy:

> **ISO 4210 có thể là chuẩn quan trọng ở cấp xe/khung, nhưng dự án DH / race / freeride khắc nghiệt có thể cần Severe-Duty Load Cases riêng của thương hiệu.**

8.9 Ma trận cốt lõi DVP&R

Thử nghiệm	Mục đích	Cấp bằng chứng
Năng lực kích thước	Độ lắp ổn định	E2
Lượng bồi coating	Độ lắp cuối	E2
Torque–Clamp	Lực siết trước mối ghép	E3
Mô-men drive	Biên lắp ráp	E2
Tuột ren	Năng lực ren	E2 / E3
Lắp lặp lại	Dịch vụ	E3
Rung ngang	Khóa	E3
Phun muối	Chất lượng coating	E2
Ăn mòn chu kỳ	Môi trường	E2 / E3
Thử fretting mối ghép	Giao diện	E3
Mỏi khung	Hệ thống	E4
Pilot hiện trường	Vòng đời	E5

8.10 Truy xuất

Chuỗi được khuyến nghị:

PO khách hàng
→ Lô đóng gói
→ Kiểm tra cuối
→ Lô coating
→ Mẻ CNC / phiên bản chương trình

→ Lô vật liệu / mẻ luyện
→ MTC

Mục tiêu khi có khiếu nại là:

> **Truy ngược từ một chi tiết đến vật liệu và quy trình.**

Hộp bằng chứng của chương

Bên ngoài

- ISO 4210-2: [R34]
- ISO 4210-6: [R35]
- ISO 9227 / 19852: [R19][R26]
- ISO 16047: [R17]

PremFixer Fasteners

- CTQ / Control Plan: C08-001 / E0
- Cpk: C08-002 / E0
- Phạm vi AOI: C08-003 / E0
- Truy xuất vật liệu: C08-005 / E0
- Truy xuất coating: C08-006 / E0

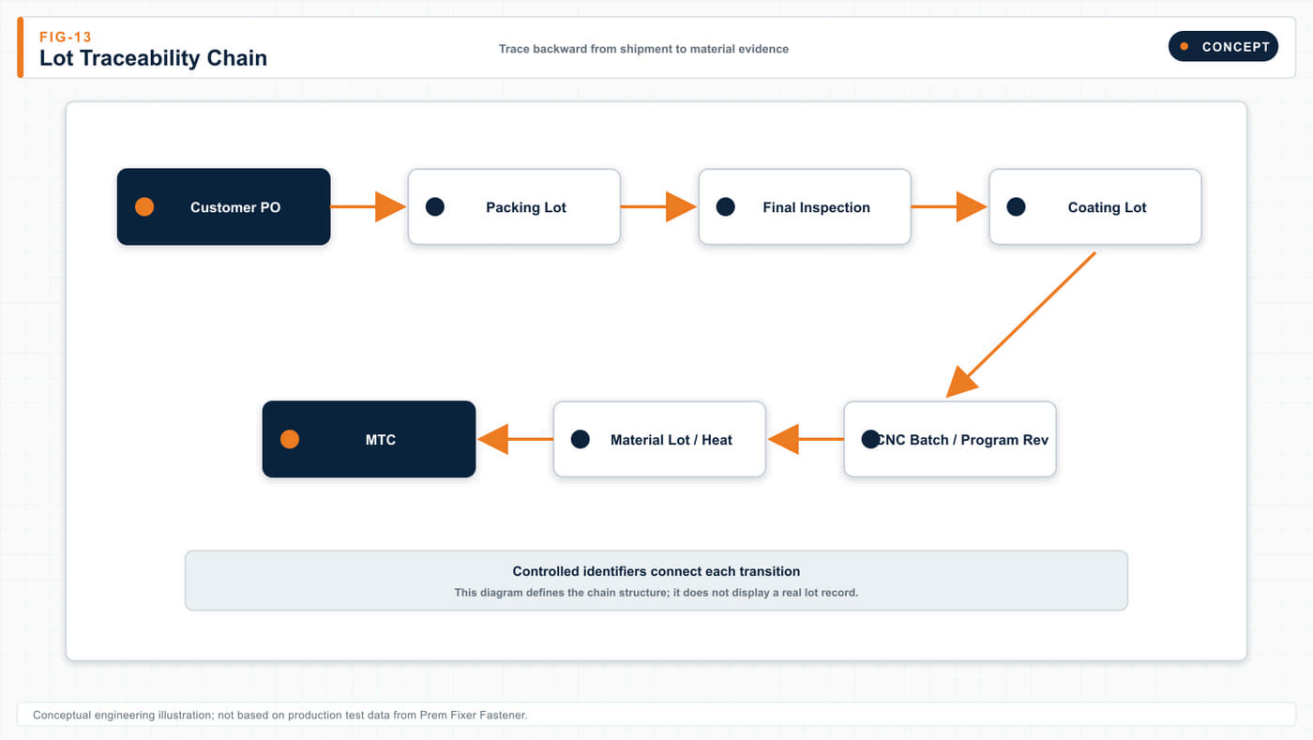
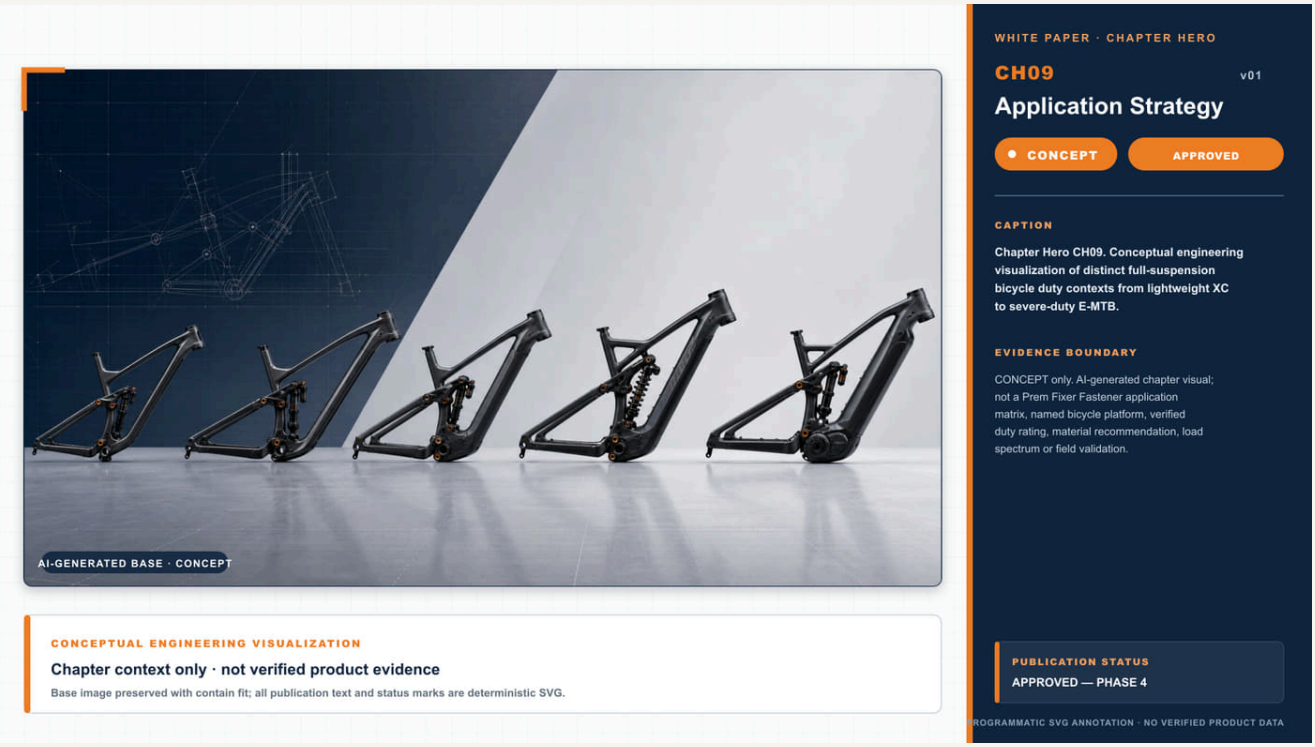


FIG-13 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-13. Chuỗi truy xuất ngược theo lô mang tính khái niệm, từ giao hàng và kiểm tra đến bằng chứng quy trình và vật liệu. Không phải hồ sơ sản xuất của PremFixer Fasteners. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

Chương 9: Chiến lược trục xoay theo từng loại xe

9. Chiến lược Pivot theo ứng dụng



CH09 · Hình mở đầu chương — CH09. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về các bối cảnh tải riêng biệt của xe đạp hai giảm xóc, từ XC nhẹ đến E-MTB tải nặng. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

9.1 XC / Downcountry

Thứ tự ưu tiên:

1. Khối lượng
2. Độ cứng trên khối lượng
3. Lực cản thấp
4. Độ tin cậy

Hướng có thể áp dụng:

- 7075
- Dùng Ti có chọn lọc
- Trục rỗng
- Đầu nhỏ gọn
- Làm kín tối ưu

Phải tránh:

- Làm yếu drive để giảm khối lượng
- Điểm nóng mỏi tại kết thúc lỗ rỗng
- Độ ăn ren không đủ

9.2 Trail

Cốt lõi:

> **Kiến trúc cân bằng**

Cân đối:

- Khối lượng
- Bùn
- Dịch vụ
- Chi phí
- Độ bền lâu

Phù hợp làm cấu hình trung tâm của Common Platform.

9.3 Enduro

Trọng tâm:

- Va đập
- Mỏi
- Chống tự lỏng
- Chống bùn
- Bảo trì lặp lại
- Độ bền dụng cụ

9.4 Downhill

Trọng tâm:

- Độ cứng mối ghép
- Biên cắt cao
- Đỡ ổ trục
- Tốc độ bảo trì

- Xác nhận tải nặng

Vì bản thân ISO 4210-2 loại trừ một số severe competition applications khỏi phạm vi áp dụng,[R34] dự án DH race không nên chỉ dựa vào tiêu chuẩn chung tối thiểu.

9.5 E-MTB: Không thể sao chép trực tiếp quy cách Analog MTB

Cấu hình full-power E-MTB công khai hiện nay đã cho thấy môi trường hệ thống khác biệt rõ.

Ví dụ, Trek Rail+ hiện công khai:

- Tối đa 120 Nm
- 800 Wh
- Hành trình trước/sau 160 mm.[R36]

Bản thân các dữ liệu này không thể trực tiếp quy đổi thành tỷ lệ tăng Pivot Load, nhưng đủ để cho thấy E-MTB có:

- Khối lượng hệ thống
- Môi trường mô-men truyền động
- Thời lượng sử dụng
- Chu kỳ leo/xuống lặp lại

khác xe trail analog nhẹ.

Vì vậy, V2.0 khuyến nghị:

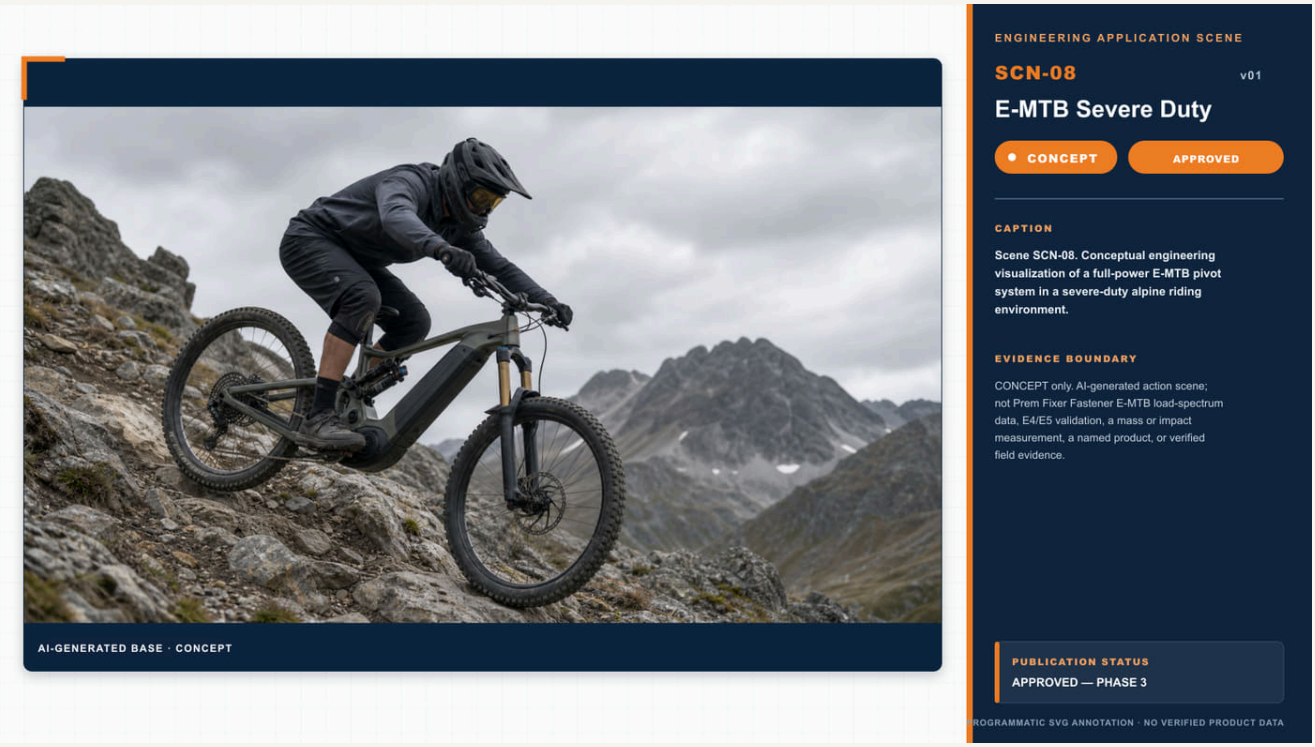
Chương trình phổ tải Pivot E-MTB

Đầu vào:

- Khối lượng xe
- Khối lượng người lái
- Mô-men động cơ
- Hình học
- Tỷ số đòn bẩy
- Tải phanh
- Phổ va đập
- Hành trình
- Chu kỳ sử dụng

Đầu ra:

- Các trường hợp thiết kế tĩnh
- Phổ mỏi
- Thử khóa
- Tuổi thọ ổ trục
- Khoảng bảo trì/ăn mòn



SCN-08 · Cảnh ứng dụng — SCN-08. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về hệ thống trục xoay full-power E-MTB trong môi trường đạp xe núi cao tải nặng. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

Hộp bằng chứng của chương

Bên ngoài

- Nghiên cứu kết cấu DH hai giảm xóc: [R7]
- Giới hạn ứng dụng khắc nghiệt của ISO: [R34]
- Bối cảnh cấu hình E-MTB hiện tại: [R36]

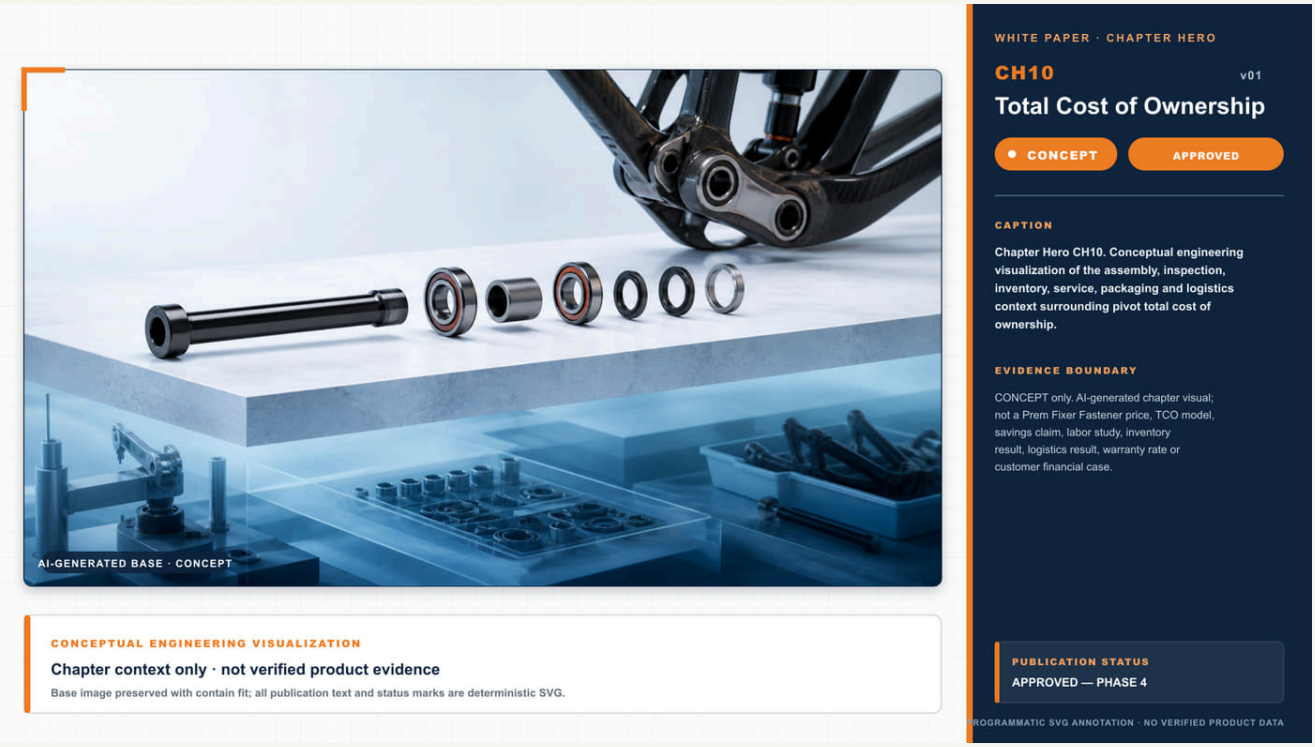
PremFixer Fasteners

- Phổ tải E-MTB: NEW-T25 / E0-E1
- Khung/mối ghép: E3-E4 đang chờ

FIG-14 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-14. Ma trận chiến lược ứng dụng mang tính khái niệm cho các bối cảnh tải XC, Trail, Enduro, DH và E-MTB. Đây không phải quy tắc chọn vật liệu bắt buộc hoặc mức tải đã xác minh. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

Chương 10: Tổng chi phí sở hữu Pivot

10. Kinh tế học vòng đời



CH10 · Hình mở đầu chương — CH10. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về bối cảnh lắp ráp, kiểm tra, tồn kho, dịch vụ, đóng gói và logistics xung quanh tổng chi phí sở hữu trục xoay. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

10.1 Chi tiết rẻ nhất không nhất thiết tạo chi phí thấp nhất

So sánh hai phương án:

Phương án A

Giá mua thấp

Nhưng có thể có:

- Biến thiên lắp ráp cao hơn
- Gia công lại nhiều hơn
- Biên ăn mòn thấp
- Khó tháo
- Truy xuất không rõ

Phương án B

Giá mua cao hơn

Nhưng có thể giảm chi phí toàn vòng đời nhờ:

- Mối ghép ổn định
- Khóa phủ sẵn
- Coating được kiểm soát
- Đóng gói kit
- Khả năng bảo trì
- Bằng chứng chất lượng

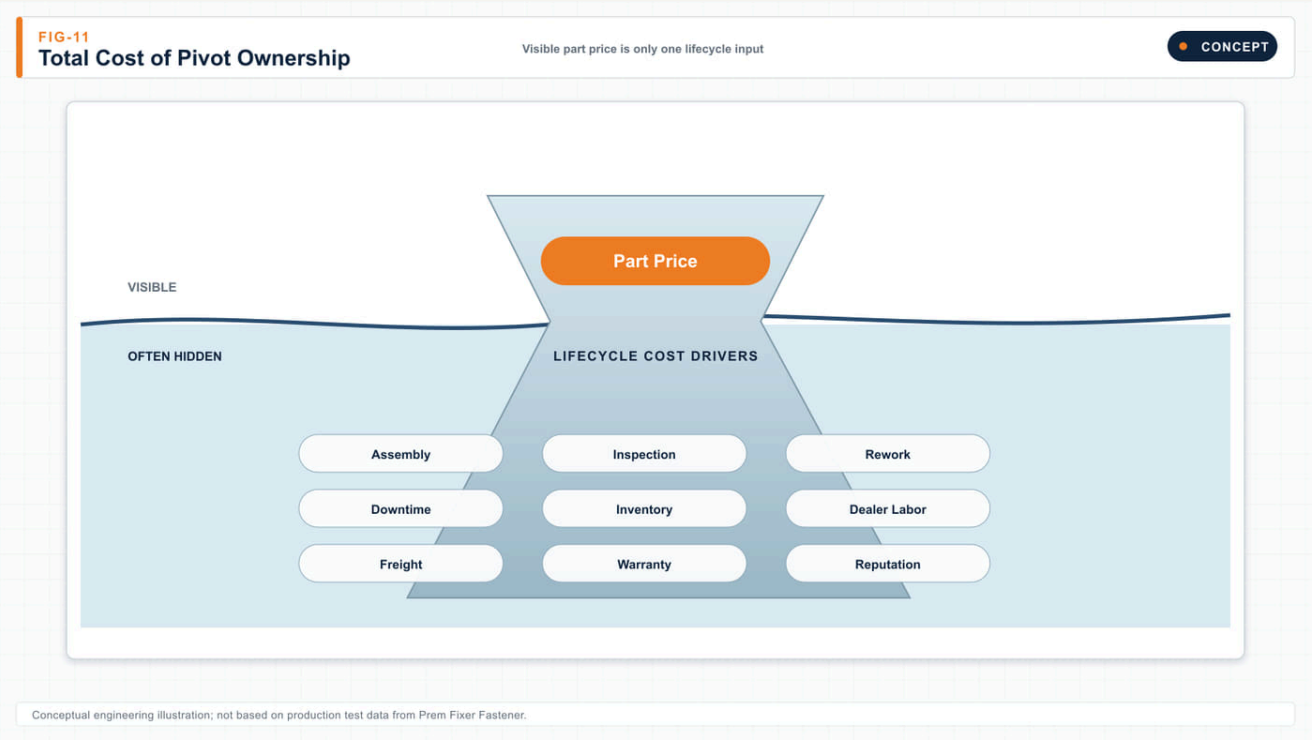


FIG-11 · Hình kỹ thuật — Hình FIG-11. Tầng băng tổng chi phí sở hữu mang tính khái niệm. Các nhóm tác nhân chi phí chỉ để minh họa; không tuyên bố kết quả tài chính nào của PremFixer Fasteners hoặc khách hàng. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

10.2 Mô hình chi phí kỳ vọng

$$E(C)= C_{part} + P_{rework}C_{rework} + P_{warranty}C_{warranty} + C_{inventory}$$

$$+$$

$$C_{inspection}$$

Vì vậy, bộ phận mua hàng nên so sánh:

> **Chi phí trên mỗi xe đáng tin cậy**

thay vì:

> **Chi phí trên mỗi bu-lông**

10.3 Chi phí bảo hành

$$C_{warranty} = C_{hardware} + C_{bearing} + C_{dealer} + C_{freight} + C_{admin} + C_{customer}$$

Đối với thương hiệu quốc tế, nhân công đại lý và logistics có thể cao hơn nhiều so với bản thân phần cứng.

10.4 Dữ liệu TCO đến từ đâu

Khuyến nghị khách hàng nhập dữ liệu thực:

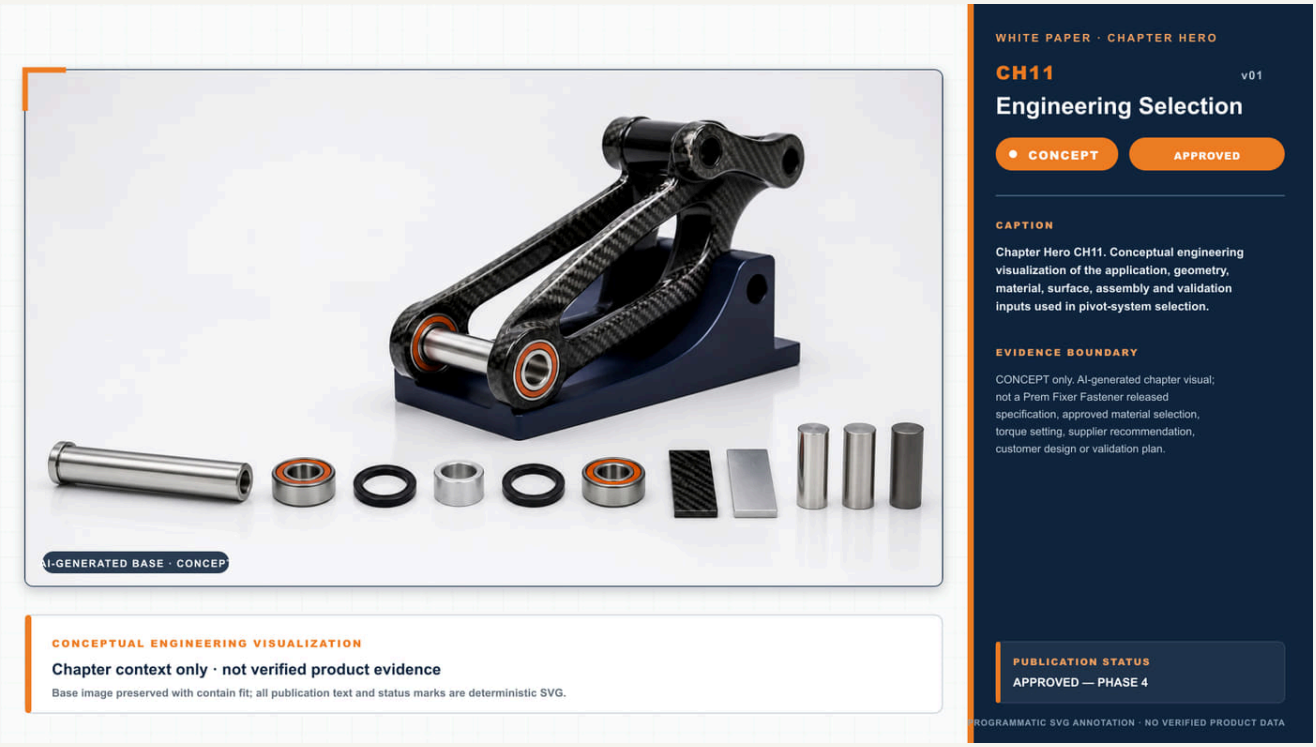
- Sản lượng xe hằng năm
- Chi phí phần cứng
- Nhân công lắp ráp
- Tỷ lệ gia công lại
- Chi phí gia công lại
- Tỷ lệ bảo hành
- Chi phí bảo hành trung bình

- Nhân công đại lý
- Vận chuyển
- Chi phí giữ tồn kho
- Số SKU
- Phế phẩm

Cuối cùng, chuyển cải tiến kỹ thuật thành kết quả tài chính mà bộ phận mua hàng hiểu được.

Chương 11: Hướng dẫn lựa chọn kỹ thuật Pivot

11. Khung lựa chọn chín bước



CH11 · Hình mở đầu chương — CH11. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về các đầu vào ứng dụng, hình học, vật liệu, bề mặt, lắp ráp và xác nhận dùng trong lựa chọn hệ thống trục xoay. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

Bước 1 — Vật liệu khung

- Carbon
- Nhôm
- Hỗn hợp

Đầu ra:

- Rủi ro áp suất cục bộ
- Rủi ro galvanic
- Chiến lược insert

Bước 2 — Nền tảng sử dụng

- XC
- Downcountry
- Trail
- Enduro
- DH
- E-MTB

Bước 3 — Định nghĩa tải

Đầu vào:

- Người lái
- Xe
- Tỷ số đòn bẩy
- Vị trí trục xoay
- Phanh
- Va đập
- Đạp / động cơ

Bước 4 — Vật liệu

Ứng viên:

- Hợp kim nhôm
- Titan
- Thép hợp kim
- Thép không gỉ

Bước 5 — Hình học

- Shank
- Shoulder
- Thread
- Head
- Fillet
- Hollow
- Drive

Bước 6 — Hệ bề mặt

- Coating
- Chiều dày
- Ma sát
- Ăn mòn
- Màu
- Tuân thủ hóa chất

Bước 7 — Chiến lược khóa

- Threadlocker lỏng
- Keo phủ sẵn
- Locking patch
- Khóa cơ khí
- Nut
- Chống xoay bằng kết cấu

Bước 8 — Hiệu chuẩn Torque–Clamp

Phải định nghĩa:

- Trạng thái bề mặt
- Torque
- Clamp
- Độ phân tán
- Tháo
- Tái sử dụng

Bước 9 — Phát hành DVP&R

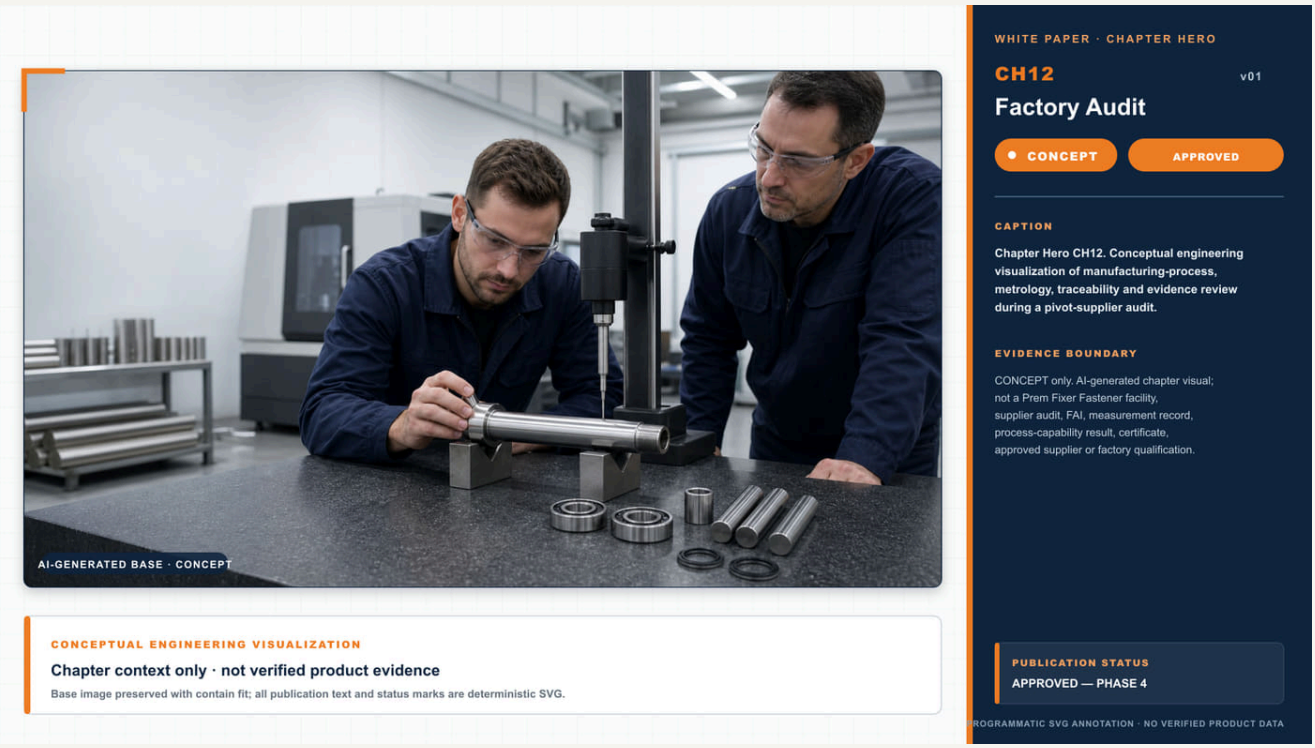
Tối thiểu:

- Bản vẽ
- FAI
- MTC
- Coating
- CTQ
- Torque
- Ăn mòn
- Truy xuất

Chương 12: Đánh giá nhà máy nhà cung cấp

12. Đánh giá kỹ thuật 100 điểm

Mô-đun	Điểm
Kỹ thuật & DFM	15
Vật liệu & truy xuất	10
CNC / quy trình chính xác	15
Quy trình ren	10
Xử lý bề mặt	10
Đo lường / MSA	15
Chất lượng / SPC	10
Đóng gói / truy xuất	5
ESG / tuân thủ hóa chất	5
Giao hàng / kiểm soát thay đổi	5
Tổng	**100**



CH12 · Hình mở đầu chương — CH12. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về đánh giá quy trình sản xuất, đo lường, truy xuất và bằng chứng trong đợt đánh giá nhà cung cấp trục xoay. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

12.1 Kỹ thuật & DFM — 15

Kiểm tra:

- Đánh giá bản vẽ
- Chuỗi dung sai
- Giao diện bearing
- Mặt cắt
- Dự lượng coating
- Hiểu biết Torque–Clamp
- Khả năng bảo trì
- Kiểm soát thay đổi

12.2 Vật liệu — 10

- MTC
- Mẻ luyện/Lô
- Phân tách
- Kiểm tra đầu vào
- Xác minh grade
- Liên kết chứng chỉ

12.3 CNC — 15

- Năng lực máy
- Kiểm soát chương trình
- Đồ gá
- Tuổi thọ dụng cụ
- Bù
- Đo trong quá trình

12.4 Ren — 10

- Lộ trình cán / cắt
- Dưỡng kiểm
- Runout
- Ba via
- Tính toàn vẹn chân ren
- Truy xuất

Nghiên cứu mỏi công khai hỗ trợ việc coi lộ trình chế tạo ren là biến kỹ thuật quan trọng.[R3]

12.5 Bề mặt — 10

- Nguồn đã thẩm định
- Tiền xử lý
- Chiều dày
- Phun muối
- Ma sát
- Giòn H
- Lô
- Tuân thủ hóa chất

12.6 Đo lường — 15

Không chỉ hỏi:

> "Có CMM hay không?"

Phải hỏi:

> **“Gauge tương ứng với CTQ có thực sự đủ hay không?”**

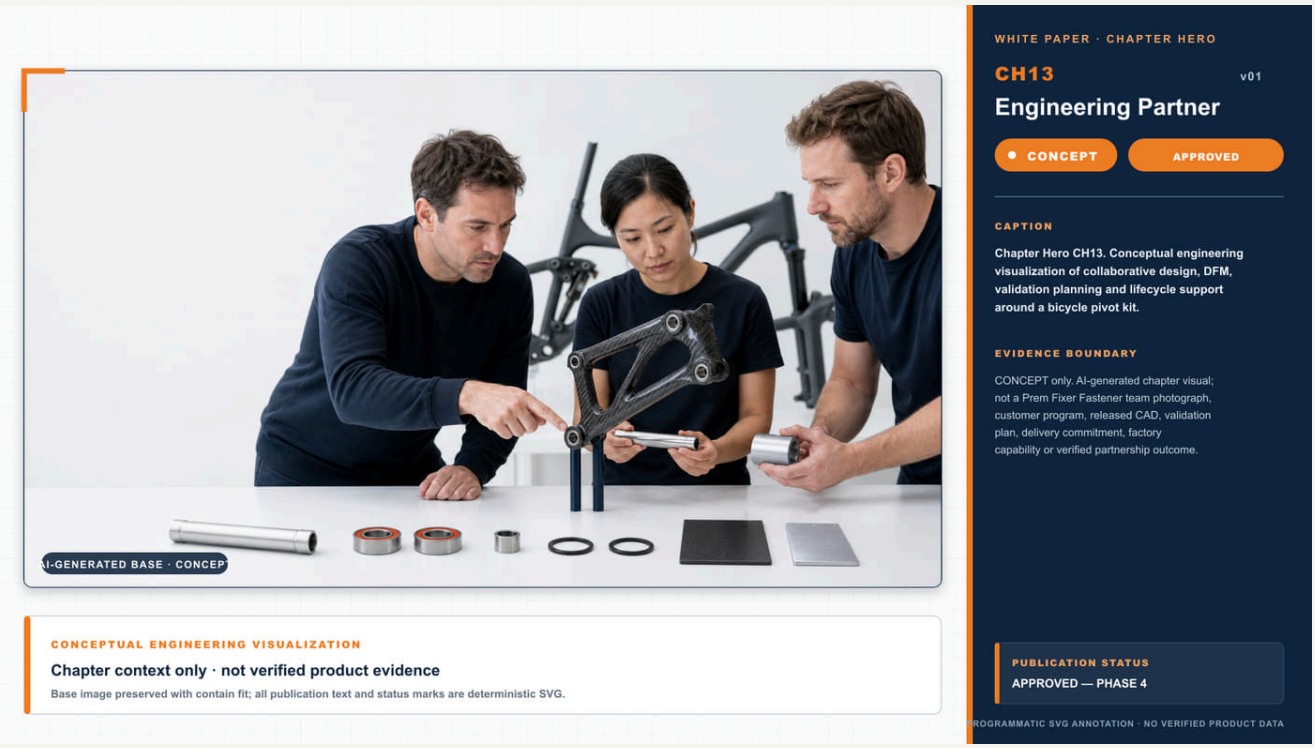
Thiết bị có thể gồm:

- Micrometer
- Air gauge
- Vision
- CMM
- Độ nhám
- Chiều dày coating
- Độ cứng
- Torque / clamp
- Phun muối

Chương 13: Mô hình hợp tác dựa trên bằng chứng của PremFixer Fasteners

13. Từ nhà cung cấp chi tiết liên kết đến đối tác kỹ thuật Pivot

> Chương này định nghĩa phương thức làm việc của dự án PremFixer Fasteners V2.0.
> Mọi năng lực hiệu năng cụ thể được mô tả là “nhà máy đã có” chỉ được đưa vào bản công khai cuối sau khi có Evidence thực.



CH13 · Hình mở đầu chương — CH13. Hình trực quan kỹ thuật mang tính khái niệm về thiết kế hợp tác, DFM, lập kế hoạch xác nhận và hỗ trợ vòng đời quanh một bộ trục xoay xe đạp. **Chỉ là CONCEPT.** Hình này không phải là bằng chứng về sản phẩm, nhà máy, kiểm tra, thử nghiệm, hiệu năng hiện trường hoặc chứng nhận của PremFixer Fasteners.

13.1 Engineering-to-Value

Quy trình mục tiêu:

Yêu cầu khách hàng
→ DFM
→ Đánh giá rủi ro hư hỏng
→ Vật liệu / Coating
→ Mẫu thử

→ FAI
→ DVP&R
→ Pilot
→ Sản xuất hàng loạt
→ Truy xuất lô
→ Phản hồi hiện trường

13.2 Gói bằng chứng Hero SKU

Ưu tiên chọn:

Hero A — Nhẹ

7075 / Hollow / tập trung khối lượng

Hero B — Cao cấp

Ti / khả năng bảo trì / kiểm soát galling

Hero C — Bền lâu

Thép / ăn mòn / mỏi / coating

Thiết lập cho mỗi SKU:

```
01_Ban_ve
02_CAD
03_Vat_lieu
04_Kich_thuoc
05_MSA
06_Quy_trinh
07_Coating
08_Torque
09_Do_ben
10_An_mon
11_Rung
12_Lap_rap
13_Truy_xuat
14_Anh_san_pham
15_Anh_nha_may
16_Hinh_sach_trang
```

13.3 Đợt Evidence đầu tiên bắt buộc phải đóng

P0-1 Năng lực Functional Shank

Mục tiêu: Chứng minh năng lực kích thước sản xuất hàng loạt thực tế.

P0-2 Truy xuất vật liệu

Mục tiêu: MTC → SKU → Lô.

P0-3 Coating

Mục tiêu: Stack cụ thể + chiều dày + phun muối + tuyên bố hóa chất.

P0-4 Torque–Clamp

Mục tiêu: Đường cong coating/lube/locking thực.

P0-5 Lắp ráp lặp lại

Mục tiêu: Chu kỳ lắp/tháo.

P0-6 Khóa

Mục tiêu: So sánh rung ngang.

P0-7 Truy xuất

Mục tiêu: PO → Lô thành phẩm → Coating → CNC → Vật liệu.

13.4 Khách hàng cuối không chỉ nhận một báo giá

Một dự án Pivot trưởng thành có thể xuất:

1. Báo giá
2. Đánh giá DFM
3. Bản vẽ
4. Chứng chỉ vật liệu
5. FAI
6. Đặc tả Torque / lắp ráp
7. DVP&R
8. Control Plan
9. Truy xuất
10. Kế hoạch đóng gói / kit phụ tùng

Đây mới là:

> **Quan hệ hợp tác kỹ thuật và sản xuất Pivot Hardware xe đạp**

Chương 14: Kết luận kỹ thuật V2.0

14. Kết luận kỹ thuật

Sau vòng bằng chứng hóa đầu tiên dựa trên tiêu chuẩn công khai, nghiên cứu bình duyệt đồng cấp và thực tiễn kỹ thuật chính thức của thương hiệu MTB, sách trắng này có thể đưa ra các kết luận tương đối vững sau:

Kết luận 1

Không thể thiết kế Pivot Hardware chỉ theo tư duy chi tiết liên kết tiêu chuẩn.

Nó đồng thời đảm nhiệm chức năng precision shaft, joint preload, bearing interface và service hardware.

Kết luận 2

Torque không phải Clamp Load.

Mọi thay đổi về coating, lubrication, threadlocker hoặc mating surface đều có thể thay đổi preload thực.[R2][R17]

Kết luận 3

Functional Fit quan trọng hơn "một con số dung sai đơn lẻ".

Fretting liên quan đến chuyển động tương đối rất nhỏ, độ lắp và trạng thái tiếp xúc.[R5][R6]

Kết luận 4

Salt Spray không phải đồng hồ Field-Life.

Bản thân ISO 9227 không hỗ trợ quy đổi trực tiếp kết quả phun muối thành tuổi thọ vận hành dài hạn.[R19]

Kết luận 5

Giao diện CFRP / Aluminum phải kiểm soát Galvanic Corrosion.

Cách ly vật liệu, coating, seal và drainage đều là một phần của thiết kế kết cấu.[R11][R28]

Kết luận 6

Giá trị cao cấp của Titanium phải đồng thời kiểm soát Galling và Torque Friction. [R12]

Kết luận 7

Chi tiết thép cường độ cao mạ điện phải kiểm soát Hydrogen Embrittlement. [R20]-[R23]

Kết luận 8

Lộ trình chế tạo ren là một biến số kỹ thuật mới. [R3]

Kết luận 9

Serviceability không phải phần bổ sung hậu mãi, mà là KPI thiết kế của Pivot System. [R9][R10]

Kết luận 10

E-MTB cần Load Spectrum độc lập, không thể sao chép đơn giản xác nhận của analog MTB. [R36]

Phụ lục A: Ma trận chọn vật liệu

Vật liệu	Mật độ	Tiềm năng độ bền	Ăn mòn	Galling	Giảm khối lượng	Vai trò điển hình
6061-T6	Thấp	Trung bình	Tốt khi có hoàn thiện	Thấp	Cao	Spacer / tải vừa
7075-T6	Thấp	Cao	Phụ thuộc giao diện	Thấp–TB	Rất cao	Trục/bu-lông nhẹ
Ti-6Al-4V	Trung bình	Rất cao	Cao	Rất đáng lưu ý	Cao	Trục/bu-lông cao cấp
Thép hợp kim	Cao	Rất cao	Phụ thuộc coating	Thấp–TB	Thấp	Tải cao / tiết diện nhỏ
Thép không gỉ	Cao	Phụ thuộc grade	Cao	TB–Cao	Thấp	Ăn mòn/dịch vụ

Phụ lục B: Sàng lọc rủi ro galvanic

> Nội dung sau dùng để sàng lọc thiết kế, không phải bảng điện thế galvanic chính xác.

Tổ hợp	Rủi ro ướt/muối	Hành động chính
Al ↔ Al	Trung bình	Hoàn thiện + làm kín
Al ↔ Thép không gỉ	Trung bình–Cao	Cách ly + làm kín
Al ↔ Titan	Trung bình–Cao	Barrier / làm kín
CFRP ↔ Aluminum	Cao	Cách ly điện
Titan ↔ Thép không gỉ	Galvanic thấp–TB, đánh giá galling	Bôi trơn / dịch vụ
Thép ↔ Aluminum	Trung bình–Cao	Coating + cách ly

Phụ lục C: Ma trận kỹ thuật bề mặt

Quy trình	Nền	Giá trị chính	Rủi ro chính
Anod hóa	Al	Ăn mòn / ngoại quan	Lượng bồi / độ lắp
Anod cứng	Al	Mài mòn / ăn mòn	Ảnh hưởng kích thước
Hệ Zn	Thép	Ăn mòn	Giòn H / ma sát
Zn-Ni	Thép	Ăn mòn	Quy trình / mô-men
Zinc Flake	Thép	Ăn mòn / chức năng	Độ lắp / ma sát
PVD	Nhiều loại	Mài mòn / ngoại quan	Ăn mòn phụ thuộc hệ thống
Thụ động hóa	Thép không gỉ	Trạng thái bề mặt	Grade nền vẫn quan trọng
Anti-Seize	Ren	Giảm galling	Hiệu chuẩn lại mô-men

Phụ lục D: Phiếu Torque–Clamp

Dự án:
Khung:
Vị trí trục xoay:
PN:
Phiên bản bản vẽ:
Vật liệu:
Ren:
Coating:
Bôi trơn:
Threadlocker:
Vật liệu ren cái:
Mô-men mục tiêu:
Dung sai mô-men:
Lực kẹp mục tiêu:
Cửa sổ lực kẹp:
Mô-men tháo:
Chu kỳ tái sử dụng:

Phụ lục E: Mẫu cốt lõi DVP&R

Yêu cầu	Hư hỏng	Thử nghiệm	Phương pháp	Mẫu	Chấp nhận	Bằng chứng
Độ lắp	Fretting	Kích thước + joint	Nội bộ			
Preload	Phân tán	Torque–Clamp	Tham chiếu ISO 16047			
Khóa	Tự lỏng	Rung ngang	Theo dự án			
Ăn mòn	Ăn mòn đỏ	NSS	ISO 9227			
Dịch vụ	Galling	Lắp ráp lặp lại	Nội bộ			
Kết cấu	Mỏi	Thử khung	ISO/khách hàng			

Phụ lục F: Danh mục kiểm tra DFM

Hình học

- ☐ Mặt cắt nằm ngoài ren khi cần
- ☐ Shoulder đỡ giao diện chức năng
- ☐ Fillet đủ
- ☐ Đã đánh giá chuyển tiếp lỗ rỗng
- ☐ Tool engagement đủ
- ☐ Độ ăn ren đủ

Độ lắp

- ☐ Bearing
- ☐ Shank
- ☐ Spacer
- ☐ Frame / Link
- ☐ Coating
- ☐ Stack cuối

Vật liệu

- ☐ Grade
- ☐ Độ bền
- ☐ Mỏi
- ☐ Ăn mòn
- ☐ Galling
- ☐ Galvanic

Lắp ráp

- ☐ Torque
- ☐ Clamp
- ☐ Threadlocker
- ☐ Bôi trơn
- ☐ Chống sai lỗi

Dịch vụ

- ☐ Mô-men tháo

- ☐ Tái sử dụng
- ☐ PN phụ tùng
- ☐ Tiếp cận dụng cụ
- ☐ Kẹt do ăn mòn

Phụ lục G: Bằng chứng công khai → Ánh xạ xác minh nội bộ

Tuyên bố kỹ thuật	Bằng chứng công khai hỗ trợ	PremFixer Fasteners phải xác minh
Torque ≠ Clamp	Có	Đường cong của chúng tôi
Tải ngang có thể gây tự lỏng	Có	Mối ghép của chúng tôi
Fretting do micro-motion	Có	Độ lắp / lực kẹp của chúng tôi
Pre-applied là công nghệ trưởng thành	Có	Takt / khóa của chúng tôi
Rủi ro galvanic CFRP/Al	Có	Stack vật liệu của chúng tôi
Rủi ro galling Ti	Có	Bôi trơn / tháo của chúng tôi
Rủi ro giòn H	Có	Quy trình mạ của chúng tôi
Cơ chế mỏi ren cán	Có	Mỏi sản phẩm của chúng tôi
Giới hạn NSS	Có	Báo cáo coating của chúng tôi
Môi trường E-MTB khác biệt	Có	Phổ tải của chúng tôi

Phụ lục H: Hình minh họa sách trắng được khuyến nghị

1. Hình khai triển Pivot System
2. Đường tải Bearing–Axle–Spacer
3. Sơ đồ chuỗi dung sai
4. Cửa sổ kỹ thuật Torque–Clamp
5. Lượng bồi coating trước/sau
6. Đường cong duy trì lực kẹp kiểu Junker
7. Đường ăn mòn galvanic
8. Kiến trúc làm kín nhiều lớp
9. Cây hư hỏng tiếng kêu
10. Hình dòng kim loại khi cán ren
11. Tảng băng TCO
12. Cấp bằng chứng E0–E5
13. Chuỗi truy xuất lô
14. Ma trận XC / Trail / Enduro / DH / E-MTB

Phụ lục I: Bảng thuật ngữ

Thuật ngữ	Tiếng Việt	Giải thích
Pivot	Trục xoay / điểm xoay	Điểm quay của cơ cấu liên kết hệ thống treo
Shank	Thân trơn	Đoạn thân chức năng không ren
Shoulder	Vai trục	Bậc định vị / đỡ
Clamp Load	Lực kẹp	Lực kẹp dọc trục của Joint
Preload	Lực siết trước	Tải nội ban đầu của chi tiết liên kết
Fretting	Mòn vi động	Hư hại tiếp xúc biên độ nhỏ
Galling	Kẹt dính	Mài mòn dính nghiêm trọng / kẹt
Runout	Độ đảo	Sai lệch hình học khi quay
Threadlocker	Chất khóa ren	Hệ khóa hóa học
TCO	Tổng chi phí sở hữu	Chi phí vòng đời
DVP&R	Kế hoạch và báo cáo xác nhận thiết kế	Ma trận xác nhận
CTQ	Đặc tính chất lượng trọng yếu	Critical-to-Quality
MSA	Phân tích hệ thống đo	Năng lực hệ thống đo
Cpk	Chỉ số năng lực quá trình	Chỉ số process capability

Tài liệu tham khảo

> Danh sách này dựa trên siêu dữ liệu, tóm tắt và tài liệu kỹ thuật chính thức được công khai. Toàn văn tiêu chuẩn ISO được bảo hộ bản quyền; dự án này không sao chép toàn văn tiêu chuẩn. Trước khi phát hành công khai cuối, phải kiểm tra lại URL, revision và phạm vi áp dụng của mọi tài liệu trực tuyến.

[R1] Yang, G., Yang, L., Chen, J., et al. (2021). *Competitive Failure of Bolt Loosening and Fatigue under Different Preloads*. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 34, 141. DOI: 10.1186/s10033-021-00663-3.
https://link.springer.com/article/10.1186/s10033-021-00663-3

[R2] Croccolo, D., De Agostinis, M., Vincenzi, N. (2011). *Failure analysis of bolted joints: Effect of friction coefficients in torque–preloading relationship*. Engineering Failure Analysis.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630710001676

[R3] du Maire, P., Hoffmeister, J., Öchsner, A., Johlitz, M. (2025). *Investigations On The Fatigue Strength Of Threads Produced By Different Fabrication Techniques*. 15th International Conference on Shot Peening / Purdue e-Pubs. DOI: 10.5703/1288284317919.
https://docs.lib.purdue.edu/icsp15/papers/fatigue1/2/

[R4] Chen, D. et al. (2019). *Tightening behavior of bolted joint with non-parallel bearing surface*. International Journal of Mechanical Sciences.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002074031833409X

[R5] SKF. *Golden opportunities / Fretting Corrosion*.
https://evolution.skf.com/golden-opportunities/

[R6] SKF. *Bearing damage analysis: ISO 15243 is here to help you*.
https://evolution.skf.com/bearing-damage-analysis-iso-15243-is-here-to-help-you/

[R7] Bulej, V., Kuric, I., Sága, M., et al. (2022). *Analysis of Symmetrical/Asymmetrical Loading Influence of the Full-Suspension Downhill Bicycle's Frame....* Symmetry, 14(2), 255. DOI: 10.3390/sym14020255.
https://www.mdpi.com/2073-8994/14/2/255

[R8] Pivot Cycles. *Mach 429 SL Carbon V3 Hardware / Small Parts Schematic*.
https://portal.pivotcycles.com/portalimages/techspec/Mach%20429%20SL%20V3%20Small%20Parts%20Schematic.pdf

[R9] Santa Cruz Bicycles Rider Support (2026). *Bearing and Pivot Axle Maintenance*.
https://ridersupport.santacruzbicycles.com/how-often-should-i-replace-bearings-and-pivot-axles

[R10] Specialized. Current Stumpjumper 15 product pages — suspension pivot bearing replacement support.
https://www.specialized.com/us/en/stumpjumper-15-expert-sram-gx-axs-fox-performance-elite/p/4221401

[R11] Håkansson, E. et al. (2017). *The role of corrosion product deposition in galvanic corrosion of aluminum/carbon systems*. Corrosion Science.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010938X16309659

[R12] Szpunar, M. et al. (2021). *Effect of Lubricant Type on the Friction Behaviours and Galling of Titanium Alloy*. Materials, 14(13), 3721.
https://www.mdpi.com/1996-1944/14/13/3721

[R13] Henkel. *Pre-applied adhesives and sealants*.
https://next.henkel-adhesives.com/us/en/articles/pre-applied-adhesives-sealants.html

[R14] Henkel. *LOCTITE DRI 2250-W*.
https://next.henkel-adhesives.com/us/en/products/industrial-adhesives/central-pdp.html/loctite-dri-2250-w/124651IB/variation/2879425.html

[R15] Liu, Z. et al. (2020). *Changing behavior of friction coefficient for high strength bolted joints during repeated tightening*. Tribology International.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301679X20303212

[R17] ISO 16047:2005 + Amd 1:2012. *Fasteners — Torque/clamp force testing*.
https://www.iso.org/standard/27788.html

[R18] ISO 16130:2015. *Aerospace series — Dynamic testing of the locking behaviour of bolted connections under transverse loading conditions*.
https://www.iso.org/standard/55728.html

[R19] ISO 9227:2022. *Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests*.
https://www.iso.org/standard/81744.html

[R20] ISO 4042:2022. *Fasteners — Electroplated coating systems*.
https://www.iso.org/standard/77913.html

[R21] ISO 4042:2022/Amd 1:2026. *Fasteners — Electroplated coating systems — Amendment 1*.
https://www.iso.org/standard/91743.html

[R22] ISO 15330:1999. *Fasteners — Preloading test for the detection of hydrogen embrittlement — Parallel bearing surface method*.
https://www.iso.org/ics/21.060.01.html

[R23] ISO/TR 20491:2019. *Fasteners — Fundamentals of hydrogen embrittlement in steel fasteners*.
https://www.iso.org/ics/21.060.01.html

[R24] ISO 10683:2018. *Fasteners — Non-electrolytically applied zinc flake coating systems*.
https://www.iso.org/standard/70609.html

[R25] ISO 3506-1:2020. *Fasteners — Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners — Part 1*.
https://www.iso.org/standard/70045.html

[R26] ISO/TR 19852:2026. *Neutral salt spray test — Results of an international interlaboratory test and conclusions for practical application*.
https://www.iso.org/standard/86004.html

[R27] ISO 14993:2026. *Corrosion of metals and alloys — Accelerated test involving cyclic exposure to salt mist, dry and wet conditions*.
https://www.iso.org/standard/89968.html

[R28] Jun, J. et al. (2021). *Mitigation of Galvanic Corrosion in Bolted Joint of AZ31B and Carbon Fiber-Reinforced Composite Using Polymer Insulation*. Materials, 14(7), 1670.
https://www.mdpi.com/1996-1944/14/7/1670

[R29] Santa Cruz Bicycles Rider Support (2026). *Stop the Creak: A Guide to Silencing Your Bike*.
https://ridersupport.santacruzbicycles.com/creaking

[R30] Directive 2011/65/EU (RoHS).
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011L0065

[R31] ISO 14021:2026. *Environmental statements and programmes for products — Self-declared environmental claims*.
https://www.iso.org/obp/ui/

[R32] ISO (2026). *New ISO standards bring clarity to chain of custody*.
https://www.iso.org/contents/news/2026/03/new-iso-standards-bring-clarity.html

[R33] ECHA. *Candidate List of Substances of Very High Concern*.
https://chem.echa.europa.eu/

[R34] ISO 4210-2:2023. *Cycles — Safety requirements for bicycles — Part 2*.
https://www.iso.org/standard/78077.html

[R35] ISO 4210-6:2023. *Cycles — Safety requirements for bicycles — Part 6: Frame and fork test methods*.
https://www.iso.org/standard/78081.html

[R36] Trek Bicycle Corporation. *Rail+ — High-powered e-MTB*. Current public product overview.
https://www.trekbikes.com/us/en_US/rail-plus-high-powered-emtb/

Các thay thế bằng chứng PremFixer Fasteners bắt buộc trước khi phát hành bên ngoài

Các nội dung sau không được nâng thành Claim thương mại khẳng định trước khi có bằng chứng nội bộ:

- ☐ Năng lực sản xuất ổn định ±0,008 mm
- ☐ Cpk ≥1,33 trên các CTQ được chọn
- ☐ Số giờ phun muối cụ thể
- ☐ Hiệu năng ăn mòn cụ thể của Zn-Ni / PVD
- ☐ Đường cong Torque–Clamp
- ☐ Duy trì lực kẹp khi rung
- ☐ Số chu kỳ tái sử dụng
- ☐ Mô-men tháo Ti sau lão hóa
- ☐ Kiểm soát hydrogen embrittlement cho thép hợp kim
- ☐ Tiết kiệm takt-time nhờ pre-applied
- ☐ Phạm vi phát hiện AOI / PPM
- ☐ Hồ sơ thực tế mẫu thử 7–10 ngày
- ☐ Trường hợp giảm BOM/SKU
- ☐ Trường hợp TCO khách hàng
- ☐ Dữ liệu Warranty / Field

Lời kết

Hệ thống trục xoay của xe đạp hai giảm xóc hiệu suất cao không nên tiếp tục bị giản lược trong chuỗi cung ứng thành:

> **“Yêu cầu báo giá vít phi tiêu chuẩn M8 / M10 / M12.”**

Các câu hỏi kỹ thuật thực sự là:

- Tải của Joint này đến từ đâu?
- Lực kẹp là bao nhiêu?
- Bearing được đỡ thế nào?
- Giao diện nào có thể Micro-Slip?
- Coating đã thay đổi friction bao nhiêu?
- Ti có Galling không?
- Steel plating có rủi ro delayed fracture không?
- Carbon và Aluminum được cách ly thế nào?
- Bùn nước được chặn thế nào?
- Sau hai năm có tháo bình thường được không?
- Nếu hư hỏng, có truy xuất được không?

Khi các câu hỏi này có thể được trả lời từng mục bằng:

Bản vẽ + Tính toán + Thử nghiệm + Dữ liệu + Truy xuất

thì Pivot Hardware mới thực sự được nâng từ “phần cứng giá trị thấp” thành:

> **Một phân hệ cơ khí được kiểm soát cho độ tin cậy của xe đạp.**

Mục tiêu của PremFixer Fasteners V2.0 vì vậy cũng rõ ràng:

> **Không chỉ chế tạo một bu-lông phù hợp bản vẽ, mà thiết lập một hệ thống kỹ thuật Pivot Hardware xe đạp có thể xác minh, sản xuất hàng loạt, bảo trì và truy xuất.**

KẾT THÚC V2.0 — BẢN BẰNG CHỨNG — NỘI DUNG CHÍNH THỨC