

Cartilha orientativa sobre BIELAS DE MOTORES A PISTÃO



CARTILHA ORIENTATIVA SOBRE BIELAS DE MOTORES A PISTÃO

SUPERINTENDÊNCIA DE PADRÕES OPERACIONAIS - SPO

Junho / 2021

SUPERINTENDENTE DE PADRÕES OPERACIONAIS - SPO

João Souza Dias Garcia

GERENTE DE CERTIFICAÇÃO DE AERONAVEGABILIDADE CONTINUADA

Lawrence Josué Fernandes Costa

GERENTE TÉCNICO DE VIGILÂNCIA DE AERONAVEGABILIDADE CONTINUADA

Bruce Marcus Leite de Souza

GRUPO DE TRABALHO

Flávio Silveira Fraga

Flávio Soares de Oliveira Júnior

Marco Antonio Passos Brandão

Stenio Campanhola Neves

APOIO TÉCNICO

Leandro Alves Rodrigues

APOIO DE COMUNICAÇÃO

Assessoria de Comunicação Social (ASCOM)

SUMÁRIO

FUNCIONAMENTO DA BIELA	4
PROBLEMAS MAIS COMUNS QUE AFETAM AS BIELAS	5
Reaproveitamento inadequado de componentes:	5
Montagem inadequada do pino e respectivos plugues	5
COMO FALHAM AS BIELAS?	5
MANUTENÇÃO DAS BIELAS	7
PONTOS DE ATENÇÃO PARA PREVENIR OCORRÊNCIAS ENVOLVENDO FALHAS EM BIELAS	7
Uso correto do óleo lubrificante	7
Inspeção dos filtros de óleo e de sucção	8
Itens de troca obrigatória	8
Parafusos da biela	8
Lubrificação prévia	9
Reinstalação de bielas	9
Substituição de bielas	9
Montagem da bucha da biela	9
Eventos adversos: disparo de hélice e parada brusca	10
REFERÊNCIAS	10

ATENÇÃO

Os procedimentos de manutenção podem variar de acordo com o manual da aeronave, motor e componentes. Portanto, os manuais e publicações técnicas emitidas pelos fabricantes e Diretrizes de Aeronavegabilidade emitidas pelas autoridades de aviação civil aplicáveis aos produtos aeronáuticos devem sempre ser as fontes primárias para a execução de procedimentos de manutenção.

FUNCIONAMENTO DA BIELA

A biela é considerada um dos componentes críticos de um motor devido ao fato de ser responsável por transformar o deslocamento linear alternado do pistão em deslocamento rotacional do eixo de manivela. Portanto, a biela é um componente que deve atender a dois critérios tecnicamente contraditórios. Ela deve ser robusta e resistente para suportar os esforços dessa transmissão de movimento e, ao mesmo tempo, precisa ser leve o suficiente para reduzir a inércia desse sistema móvel quando ocorrem as mudanças de direção a cada etapa do ciclo motor.

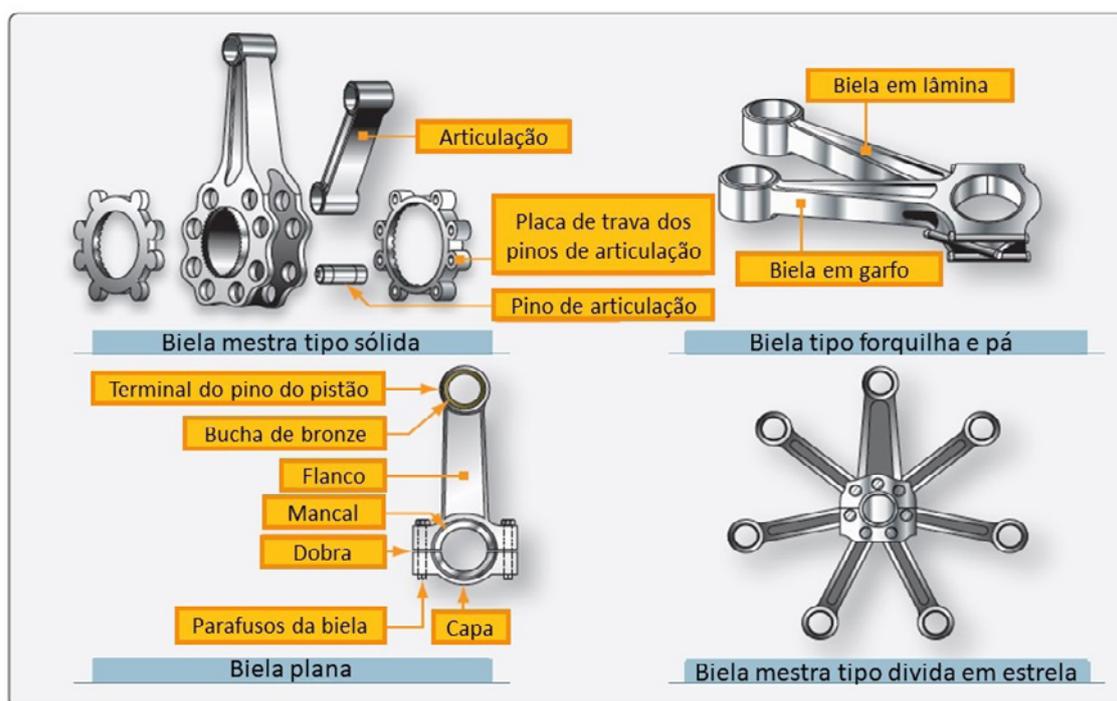


Figura 1: Conjunto de Bielas. Fonte: Adaptada do FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook – Powerplant - Volume 1.

PROBLEMAS MAIS COMUNS QUE AFETAM AS BIELAS

Do ponto de vista mecânico, as bielas estão sujeitas a carregamentos cíclicos, ou seja, esforços que atingem valores mínimos e máximos a cada etapa do ciclo motor. A intensidade desses esforços também varia em função da velocidade a ser desenvolvida pela aeronave, que depende do torque gerado pela rotação do eixo de manivela. A natureza desses esforços provoca torções, trações (alongamentos) e compressões nas bielas de forma repetitiva e de intensidade variável. O resultado dessas condições de trabalho é a fadiga do material, ou seja, a diminuição de sua resistência às cargas cíclicas. Esses esforços também promovem a propagação de trincas no material, que avançam progressivamente até aflorarem na superfície da peça. Por tratar-se de um componente instalado em local de difícil acesso, a inspeção da biela não é um procedimento prático. Além disso, uma simples inspeção visual não é capaz de detectar pequenas trincas ou aquelas ainda em propagação inicial. Esse tipo de falha só pode ser detectado por meio de ensaios não destrutivos, que também são inviáveis, uma vez que demandam a desmontagem do conjunto.

Dentre os problemas envolvendo a atuação das bielas e componentes subjacentes, os mais recorrentes estão relacionados abaixo:

REAPROVEITAMENTO INADEQUADO DE COMPONENTES

O reaproveitamento de partes críticas pode contrariar as recomendações dos fabricantes, uma vez que sua vida operacional é estimada em função dos intervalos recomendados para a revisão geral do motor. A reinstalação desse componente implica sobrecarregá-lo por um período adicional de mais de 1000 horas de voo, o que leva a uma incerteza absoluta sobre sua resistência estrutural ao longo desse período. A falha súbita de bielas está associada a eventos catastróficos nas operações da aviação geral.

MONTAGEM INADEQUADA DO PINO E RESPECTIVOS PLUGUES

Há mais de um tipo de plugue, que podem, inclusive, ser intercambiáveis. Portanto, é obrigatória a consulta ao manual para assegurar a instalação do componente correto. Além disso, como cada pino requer dois plugues, um em cada extremidade, certifique-se de que ambos sejam do mesmo modelo (*Part Number* - PN) ou que outra forma de instalação esteja prevista nos manuais do produto.

COMO FALHAM AS BIELAS?

Existem diversas causas de falhas de motor que resultam de falha da biela ou do conjunto biela-pistão-cilindro e, muitas vezes, elas estão relacionadas. Apesar do elevado número de causas, as falhas mais comuns registradas nas ocorrências dos últimos anos foram provenientes de problemas de montagem do conjunto ou de lubrificação insuficiente.

Um erro comum na montagem de bielas é a utilização de componentes cujos modelos (*part numbers*) não são aplicáveis ao motor, contrariando as instruções técnicas do fabricante. A título de exemplo, podemos considerar a instalação dos plugues do pino da conexão pistão-biela que não atende às especificações previstas para cada modelo ou número de série do motor. O funcionamento prolongado desses componentes fora de especificação inevitavelmente resultará em uma falha, dado que não foram projetados para operar naquela condição ou por interferência com outros componentes fixos e móveis do sistema.

As falhas por lubrificação podem ter causas raízes distintas, como por exemplo:

- a. uso prolongado do óleo lubrificante, desrespeitando os períodos de troca obrigatória e ações decorrentes;
- b. uso de óleo lubrificante fora de especificação; e
- c. inobservância das folgas obrigatórias durante a instalação e montagem dos componentes do motor.

Entretanto, independentemente da causa raiz, o resultado será o mesmo: falha catastrófica no motor.

A interação entre partes móveis do motor requer a presença de uma pequena camada de óleo lubrificante (filme) que atenua o atrito entre as partes. Essa redução de atrito, além de melhorar o desempenho do motor, é fundamental para evitar o desgaste por cisalhamento e para reduzir a produção de calor. O calor em excesso é capaz de alterar as propriedades físicas dos metais, reduzindo especialmente as resistências à compressão e à tração, e como consequência, os componentes não serão capazes de resistir aos esforços necessários ao funcionamento do motor, resultando em uma falha de material.



Figura 2: Biela rompida após superaquecimento do conjunto.

Fonte: Relatório Final Simplificado N° IG-186/CENIPA/2014 (adaptado), emitido pelo CENIPA.

MANUTENÇÃO DAS BIELAS

As bielas são um componente não sujeito às inspeções periódicas detalhadas, que permitam determinar com exatidão se há algum “problema sério” com elas. Entretanto, a substituição das bielas, em função da revisão geral ou de manutenção corretiva do motor, deve obedecer, rigorosamente, aos procedimentos e critérios de desmontagem, medição, instalação e de ajustes, tal como previstos nos manuais e boletins de serviço aplicáveis. Além disso, os pinos e travas utilizados para conectar a biela ao pistão e à manivela não podem ser reaproveitados. Também é importante que os torques dos parafusos nos mancais das bielas sigam estritamente os valores previstos no manual do fabricante.

As peças de junção do conjunto da biela estão sujeitas a desgaste natural e são montadas com interferência mecânica ou “aperto”. Quando desmontadas do conjunto, essas peças se deformam de modo aleatório e perdem as dimensões requeridas para sua instalação, ainda que pareçam em “bom estado”.

Apesar de não haver inspeções periódicas detalhadas nas bielas, em geral, os manuais preveem inspeções periódicas no motor que podem ajudar a identificar alguma anomalia não só nas bielas como em outros componentes. A inspeção do filtro de óleo e filtro de sucção quanto à presença de limalha é uma delas.

PONTOS DE ATENÇÃO PARA PREVENIR OCORRÊNCIAS ENVOLVENDO FALHAS EM BIELAS

USO CORRETO DO ÓLEO LUBRIFICANTE

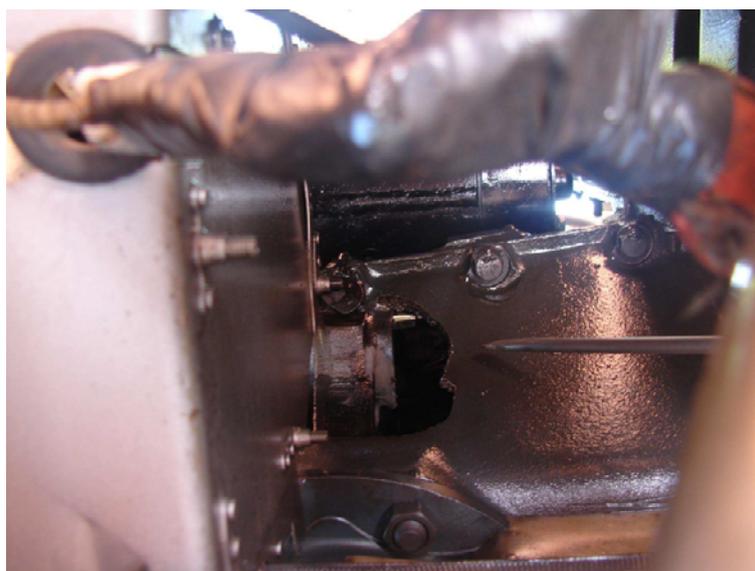


Figura 3: Danos ao cárter do motor oriundos do acúmulo excessivo de limalhas oriundas da instalação inadequada do pino do pistão.

Fonte: Relatório Final Simplificado A009/CENIPA/2013, emitido pelo CENIPA.

Devem sempre ser utilizados os óleos lubrificantes previstos nos manuais do fabricante da aeronave, seja pela indicação direta ou por meio do atendimento às normas técnicas. Óleos diferentes daqueles especificados têm propriedades distintas, como viscosidade, densidade, condutividade térmica e pontos críticos de temperatura. Logo, o uso do óleo inadequado pode resultar em perda precoce da sua eficiência lubrificante, superaquecimento do motor e ocasionar prejuízos materiais e a perda de vidas humanas.

Além do óleo correto, devem ser respeitados os períodos de troca de óleo e filtro de óleo, conforme instruções do fabricante. Inclusive observando as orientações específicas para longos períodos de inatividade ou para o emprego em operações críticas.

INSPEÇÃO DOS FILTROS DE ÓLEO E DE SUCÇÃO

A observação dos filtros de óleo do motor pode revelar muito sobre as suas condições. De forma geral, o mecânico deve efetuar minuciosamente a inspeção do elemento filtrante ou da tela do filtro quando for proceder a troca de óleo periódica ou quando alguma anormalidade for relatada durante a operação da aeronave. Essa inspeção permite coletar evidências, por meio da análise dos resíduos (limalhas) depositados nos filtros (cor, tamanho, forma, magnetismo), de que alguma parte do motor pode estar com problemas de funcionamento.

ITENS DE TROCA OBRIGATÓRIA

Atenção aos componentes de troca obrigatória quando removidos por **qualquer** motivo, como mancais, parafusos submetidos a esforços, porcas, arruelas e outros indicados no manual do produto. Além dos itens já citados, durante a revisão geral outros componentes também deverão ser substituídos independentemente da sua condição aparente, como os anéis espaçadores do pistão, anéis de vedação, pinos e plugues dos pinos, entre outros descritos no manual do motor.

PARAFUSOS DA BIELA



Figura 4: Conjunto da biela rompido, com causa provável de afrouxamento da porca do conjunto.
Fonte: Relatório Final Simplificado N° IG-074/CENIPA/2013, emitido pelo CENIPA.

Atenção ao torque requerido para os parafusos da biela, eles têm limites mínimos e máximos que devem sempre ser respeitados. Exceder o limite superior pode requerer a substituição do conjunto parafuso/porca. Assim, certifique-se de que o torque, ou a deformação requerida, para o caso de parafusos deformáveis/extensíveis (*stretch bolts*), está dentro das especificações do fabricante. Além disso, verifique se suas ferramentas estão com a calibração válida e se atendem à faixa de atuação requerida pela tarefa.

Observe atentamente as instruções de trabalho do conjunto parafuso/porca utilizado na biela do seu motor, especialmente quanto à proibição do reuso, uma vez que ela pode variar conforme o fabricante do motor. A maioria dos fabricantes exige o descarte sempre que a porca e o parafuso forem removidos, independentemente do tempo de uso.

LUBRIFICAÇÃO PRÉVIA

Antes de operar um motor novo, recém saído de revisão geral ou que esteja há muito tempo em inatividade, observe os procedimentos de pré-lubrificação descritos no respectivo manual de operação a serem realizados antes da primeira partida do motor. Esse procedimento visa assegurar que as partes móveis têm lubrificação suficiente para impedir falhas típicas resultantes do atrito indesejado.

REINSTALAÇÃO DE BIELAS

Quando da remoção das bielas, seja na revisão geral do motor ou em qualquer outra atividade de manutenção, considera-se uma boa prática de manutenção instalar o conjunto na sua posição original.

SUBSTITUIÇÃO DE BIELAS

Caso seja necessária a substituição de alguma biela, pode ser requerida a substituição simultânea da biela do cilindro oposto visando evitar o desbalanceamento do conjunto do eixo de manivelas (virabrequim) durante a operação do motor.

Nunca desbaste parte das bielas, virabrequim ou pistão com o propósito de ajustar o balanceamento do conjunto. Observe que os fabricantes podem determinar uma diferença máxima entre a pesagem dos conjuntos de bielas opostas.

MONTAGEM DA BUCHA DA BIELA

Cuidado especial deve ser dado à montagem das buchas de biela. Após a montagem elas necessitam passar por um criterioso processo de usinagem que requer muita perícia do profissional encarregado do trabalho de modo a manter a folga específica entre bucha e pino do pistão dentro do estabelecido pelo fabricante.

EVENTOS ADVERSOS: DISPARO DE HÉLICE E PARADA BRUSCA

Sempre que o seu motor for submetido a disparo de hélice, parada brusca ou algum evento que submeta o eixo de manivelas a um pico de esforço e de estresse, uma inspeção detalhada das bielas pode ser requerida, assim como de todo o conjunto de componentes rotativos do motor responsáveis pela transmissão de potência, conforme previsto no manual do fabricante. Lembre-se de que este tipo de ocorrência pode provocar defeitos inicialmente ocultos que podem se agravar progressivamente até uma falha catastrófica.

Por fim, cabe lembrar que, em casos específicos, a vida em serviço de uma biela pode ser limitada por uma Diretriz de Aeronavegabilidade (DA). Quando isso ocorre, a DA especifica claramente quais são os fabricantes, modelos e números de séries dos motores e bielas aos quais essas restrições são aplicáveis. Sempre que o motor passar por serviços de manutenção, cabe ao mantenedor verificar se há DA dessa natureza, aplicáveis ao motor ou seus componentes críticos.

Consulte sempre as publicações técnicas atualizadas emitidas pelo fabricante do seu motor, além das Diretrizes de Aeronavegabilidade emitidas pelas autoridades de aviação civil do país detentor do projeto de tipo e do país de registro do produto, elas são fontes primárias de procedimentos de manutenção imprescindíveis para a operação segura da sua aeronave.

REFERÊNCIAS

- (1) FAA. Aviation Maintenance Technician Handbook– Powerplant. Washington, EUA: Flight Standards Service, 2018. 286 p. v. 1.
- (2) Lycoming. Lycoming Service Bulletin No. 240W: Mandatory Parts Replacement at Overhaul and During Repair or Maintenance, February 23, 2012.
- (3) Lycoming. Lycoming Service Instruction No. 1267D: Piston Pin Plug Usage, 2009.
- (4) Lycoming. Lycoming Service Bulletin No. 480F: Oil Servicing, Metallic Solids Identification After Oil Servicing, and Associated Corrective Action, 2017.
- (5) Lycoming. Lycoming Service Instruction No. 1458G: Connecting Rod Bolts (Identification and Installation), 2015.
- (6) Continental Aerospace Technologies. M-0: STANDARD PRACTICE MAINTENANCE MANUAL SPARK IGNITED ENGINES, Change 1, Feb 2021.
- (7) Lycoming. Lycoming Service Instruction No. 1241C: Pre-Oiling Engine Prior to Initial Start, 1997.
- (8) Continental Aerospace Technologies. CSB96-13 – IO-360, TSIO-360 AND LTSIO-360 SERIES ENGINE CONNECTING ROD INSPECTION AND REPLACEMENT, 1996.
- (9) FAA. Advisory Circular AC 20-105B. Reciprocating engine power-loss accident prevention and trend monitoring. 1998.
- (10) Lycoming. Lycoming Service Bulletin No. 533C: Recommended Action for Sudden Engine Stoppage, Propeller/Rotor Strike or Loss of Propeller/Rotor Blade or Tip, 2016.

