

Mit Komplettbearbeitung schneller ins All



1 Eine der weltweit erfolgreichsten Trägerraketen ist die Proton-M. Sicher und preiswürdig transportiert sie Nutzlasten bis 21 Tonnen in die Erdumlaufbahn.

2 Sechs solche Triebwerke des Typs RD-275 mit je 1474 kN Schubkraft treiben die erste Stufe der Rakete an. Produziert werden sie von Proton – Perm Motors.

Raketentriebwerke für die Proton-Trägerrakete sind das Haupterzeugnis der Firma Proton-PM in Perm. In ihren Brennstoffpumpen müssen hochpräzise, komplexe Teile trotz enormer Belastungen zuverlässig funktionieren. Durch die Umstellung ihrer Fertigung auf Komplettbearbeitung in einem WFL M40 Millturn Dreh-Bohr-Fräszentrum verkürzt der russische Produzent die Herstelldauer um 80 Prozent und sichert seine internationale Wettbewerbsfähigkeit im umkämpften Markt der Luft- und Raumfahrtstechnik.

Autor: Ing. Robert Fraunberger / x-technik



2

Anwender

Proton – Perm Motors ist ein führender Hersteller forschungsintensiver Maschinenbauprodukte für die Luft- und Raumfahrt sowie die Energieerzeugung.

Proton-PM

93 Komsomolski Prospekt, Perm, GSP,
Russland, 614990, Tel. +7 342-2409458
www.pmz.ru

Die Welt hat sich verändert, seit Sputnik 1 am 4. Oktober 1957 als erster künstlicher Trabant die Erde umkreiste. Zahllose Satelliten sind im Orbit. Sie brachten uns neue Erkenntnisse über die Erde und das All, schnelle Sprach- und Datenkommunikation zwischen entfernten Erdteilen und Annehmlichkeiten wie Navigationshilfen per GPS. Heute wie damals werden diese russischen Satelliten vom kasachischen Kosmodrom Baikonur aus in ihre Umlaufbahnen geschossen. Meist mittels mehrstufiger Trägerraketen.

Eine der weltweit erfolgreichsten kommerziellen Trägerraketen ist die Proton-M des staatlichen kosmischen Forschungs- und Produktionszentrum M. W. Chrunitschew, die aktuelle drei- bis vierstufige Weiterentwicklung eines seit 1965 gebauten Modells. Mit ihr ist es möglich, eine bis zu 21 Tonnen schwere Nutzlast zu vertretbaren Kosten in eine erdnahe Umlaufbahn zu bringen. Allein die erste Stufe hat eine Masse von ca. 450 Tonnen. Sie besteht aus einem zentralen Tank für den Treibstoff und sechs Außentanks für den Oxydator mit je einem Raketenmotor RD-275.

Diese Motoren produziert Proton – Perm Motors in der russischen Industriestadt Perm, ein führender Hersteller forschungsintensiver Maschinenbauprodukte für die Luft- und Raumfahrt sowie die Energieerzeugung. „Mit 99,9 Prozent Betriebssicherheit sind die Proton-Ra-



>> Durch Komplettbearbeitung auf der M40 Millturn verkürzt sich die Durchlaufzeit um 80 Prozent. <<

Chefingenieur von Proton-PM, Dmitry Shenjatsky

ketenmotoren die zuverlässigsten Antriebsaggregate überhaupt“, sagt der Chefingenieur von Proton-PM Dmitry Shenjatsky. „Sie sind zwar nur etwa 125 Sekunden lang in Betrieb, erreichen dabei bereits eine Höhe von ca. 30km, aber im Gegensatz zu Flugzeugturbinen ist es nicht möglich, bei einem Fehler die Mission abzubrechen und zurückzukehren. Alles muss auf Antrieb fehlerfrei funktionieren.“ Deshalb muss jeder einzelne Teil des Aggregats umfassend geprüft, dokumentiert, freigegeben und zertifiziert werden. Ein Vorgang, der oft viele Monate dauert und auch die Herstellungsmethode und die verwendeten Maschinen einschließt.

Effizienz durch Konzentration

Ein kritischer Teil des Raketenmotors ist die Turbopumpenanlage zur Steuerung der Treibstoff-

zufuhr. Diese hochtechnologischen Produkte werden nicht in Großserie gefertigt, sondern mit einer hohen Variantenvielfalt in sehr geringen Losgrößen produziert (Anm.: von Jänner bis Oktober 2010 starteten acht Proton-Raketen). Die einzelnen Bearbeitungsschritte zur Herstellung der komplexen rotierenden Teile erfolgten bisher auf sechs getrennten Maschinen in drei Hallen. Das sorgte nicht nur für eine Herstellungsdauer von 30 Tagen, sondern auch für einen erheblichen Transport- und Lageraufwand, zahlreiche Aufspannvorgänge und die Notwendigkeit, mit den unterschiedlichen Bearbeitungsvorgängen für einen einzigen Teil mehrere Spezialisten zu befassen. →



Das Zusammenfassen aller Bearbeitungs- und Messoperationen in einer einzigen Millturn von WFL steigert die Effizienz der Fertigung enorm.

Zur Bearbeitung des hochgenauen Flansches steht im Arbeitsraum der M40 ein Pickup für lange Bohrstangen zur Verfügung.



„Um schneller reagieren zu können, im internationalen Weltraumtransportmarkt kostenmäßig konkurrenzfähig zu bleiben und unsere Abhängigkeit von hochqualifizierten Fertigungsmitarbeitern zu senken, aber auch um den Energieverbrauch und die Fehlerrate weiter zu senken, suchten wir nach Möglichkeiten zur Konzentration der Fertigungsprozesse“, erklärt der Chefingenieur.

Die Antwort auf diese Herausforderung fand Proton-PM in Form eines Dreh-Bohr-Fräszentrums M40 Millturn von WFL Millturn Technologies GmbH & Co. KG aus Linz. Das 2002 vorgestellte und mit dem Innovationspreis der Technologie- und Marketinggesellschaft des Landes Oberösterreich ausgezeichnete Komplettbearbeitungszentrum stand bereits bei mehreren WFL Kunden in der Stadt Perm im Einsatz, sodass die Führungskräfte von Proton-PM ihre Entscheidung auf die Erfahrungen anderer Anwender stützen konnten. Die Maschine erledigt nun bis auf einen eher unbedeutenden Schritt sämtliche Bearbeitungsvorgänge. So werden etwa die Wellen komplett mit allen Dreh-, Bohr-, Fräsoperationen sowie allen Innen-, und Außenverzahnungen gefertigt. Auch werden alle Tieflochbohrungen und Gewindebearbeitungen in den zwei Aufspannungen durchgeführt. „Die Anwendung bei Proton-PM passt ideal zu unserem Produkt. Dort wo komplexe Operati-

onen in einer Aufspannung zu erledigen sind und dies in höchster Präzision, spielt die Millturn ihre Stärken optimal aus“, kennt Mag. Norbert Jungreithmayer, Geschäftsführer bei WFL, die Stärken der M40. Und dies kann Stellvertreter der Chefingenieur für Produktionsvorbereitung, Valery Goldobin nur bestätigen. „Neben der flexiblen Einsetzbarkeit für unterschiedliche, in einem Ablauf gemischte Bearbeitungen ist die Genauigkeit wesentlich besser wie zuvor auf spezialisierten Einzelmaschinen. Allerdings ist der enorme Produktivitätsgewinn für uns noch viel bedeutender.“

Herstelldauer um 80 Prozent gesenkt

So konnte die reine Maschinenzeit für die komplexe Welle auf sechs Stunden reduziert werden. Damit ist die Bearbeitungszeit annähernd so lang wie die Zeit, die für die Programmierung benötigt wird. Doch das ist nur ein Teil der durch Umstieg auf die M40 Millturn erzielten Beschleunigung, denn auch der Transport zwischen den früher verwendeten Einzelmaschinen entfällt, ebenso die früher zahlreichen Spannvorgänge und damit die Rüstzeiten. So verringert sich die gesamte Herstelldauer der Turbopumpenanlage auf sechs Tage, das ist gerade einmal ein Fünftel der bisherigen. Auch das Fehlerrisiko wird minimiert, denn ein einzi-

ger geschulter Maschinenführer hat die gesamte Bearbeitungskette im Griff. Zudem entfällt die Notwendigkeit zur Zwischenlagerung von Halbfertigprodukten und der Bedarf an teuren Spannmitteln. „Durch zahlreiche Standard- sowie optionale Features wie das Pick-up-Magazin für lange Bohrstangen entfällt praktische jede Notwendigkeit für das Werkstück, die sichere Aufspannung und den Arbeitsraum der Maschine zu verlassen. Das verbessert bei hö-



Mehr als nur ein Drehteil: Die Antriebswelle mit Innenverzahnung.



Die fertige Pumpenantriebswelle im Vergleich zum Rohteil. Die komplette Bearbeitung wird in zwei Aufspannungen auf der M40 Millturn durchgeführt.

herer Produktivität die Qualität von Produkt und Arbeitsplatz“, ergänzt Mag. Jungreithmayer. Programmiert wird die M40 Millturn über einen Postprozessor von einem von WFL geschulten Team an Programmierern unter direkter Verwendung der 3D-Modelle aus dem Konstruktionssystem. Das Zusammenspiel mit diesem CAD-CAM-System wird ebenso wie virtual 3D-Machining durch das von WFL zur Verfügung gestellte Softwarepaket unterstützt, ohne die werkstatorientierte Programmierung einfacher Werkstücke zu vernachlässigen. Für einen nahtlosen Informationsfluss zwischen Maschinensteuerung, Programmierer und Arbeitsvorbereitung sorgt die serienmäßige LAN-Schnittstelle. Generell zeigen die Maschinen aus dem Hause WFL nicht nur mit der hohen Steifigkeit des Schrägbetts, den NC-gesteuerten Lünetten zur Werkstückabstützung oder die temperaturstabilisierte Dreh-Bohr-Fräseinheit mechanisch ihre Stärken. Auch softwaretechnisch

Technische Daten	Millturn M40	
Spitzenweite	mm	1.000/2.000/3.000
Umlauf-Ø	mm	520
Dreh-Ø max. zwischen Spitzen	mm	520
Standardfutter-Ø	mm	315/400
Leistung max. Drehspindel bei 40 % (100 %) ED	kW	54(37)
Drehmoment max. Drehsp. bei 40 % (100 %) ED	Nm	2.000 (1.400)
Drehzahl max. Drehspindel	min-1	3.300
Leistung max. Frässpindel bei 40 % (100 %) ED	kW	20(15)
Drehmoment max. Frässpindel bei 40% (100 %) ED	Nm	250(190)
Drehzahl max. Frässpindel	min-1	6.000
Kühlmitteldruck max. durch Spindel	bar	80
Schwenkwinkel B-Achse	Grad	-110/+110
Verfahrweg Y-Achse	mm	250(-100/+150)
Verfahrweg X-Achse	mm	600(-20/+580)
Reitstock	Typ	Mechatronik
Lünette Zentrier - Ø max.	mm	350
Werkzeugmagazin	Anz.	50/100
Steuerung	Typ	Siemens SINUMERIK 840D

arbeiten zahlreiche Features dem Anwender zu, bis hin zum patentierten Kollisionsvermeidungssystem CrashGuard, das mithilfe interner 3D-Modelle Kollisionen zwischen Maschinenkomponenten, Werkstück und Werkzeugen verhindert.

Support macht sicher

„Speziell am Anfang fragen wir lieber dreimal nach, um Fehler zu vermeiden, und das darf gerade angesichts unserer sehr kleinen Losgrößen nicht zu langen Maschinenstillständen führen“, betont Valery Goldobin. „Was uns wirklich gut gefällt, ist, wie schnell die Firma WFL auf unsere Fragen und Wünsche Ant-

worten und Lösungen liefert.“ Die Sicherheit, sehr schnell guten Service zu erhalten, ist für Proton-PM ebenso wesentlich am Erfolg der Weltraummission beteiligt wie die Präzision, die Standfestigkeit und das als sehr gut empfundene Preis-/Qualitätsverhältnis des neuen Komplettbearbeitungszentrums.

In Kürze beginnt in Perm die Entwicklung der Motoren für eine neue Trägerrakete. Bei deren Konstruktion kann von Anfang an mit den Bearbeitungsmöglichkeiten der M40 Millturn gerechnet werden. Und in der Kalkulation damit, dass vom Rohteil zur fertigen Antriebskomponente weniger Zeit vergeht, also mit Komplettbearbeitung schneller ins All. Da die vorhandene Maschine bereits voll ausgelastet ist, wurde für die Bearbeitung dieser neuen Werkstücke eine weitere Millturn bestellt.



>> Die Anwendung bei Proton-PM passt ideal zu unserem Produkt. Dort wo komplexe Operationen in einer Aufspannung zu erledigen sind und dies in höchster Präzision, spielt die Millturn ihre Stärken optimal aus. <<

Mag. Norbert Jungreithmayer, Geschäftsführer WFL Millturn Technologies GmbH & Co. KG

WFL Millturn Technologies GmbH & Co. KG
 Währingerstraße 36, A-4030 Linz
 Tel. +43 732-6913-0
www.wfl.at