

Differentialgetriebe effizient und flexibel fertigen

Manufacturing differential gearboxes efficiently and flexibly

Die komplexe Aufgabe: Entwicklung und Realisation einer Maschine zur effizienten Endbearbeitung rotierender Ausgleichsgehäuse von Differentialgetrieben in äußerst geringer Losgröße und mehr als 30 verschiedenen Werkstückgeometrien. Die innovative Lösung der PITTLER T&S GMBH: Eine hochflexible Fertigungszelle einschließlich Bearbeitungsraum, Messstation und Automation, die höchste Anforderungen in Bezug auf Umrüstkfreundlichkeit und Prozessautomatisierung gleichermaßen erfüllt.

Differentialgetriebe, kurz Differentiale, sind essentieller Bestandteil eines jeden Kraft- und Nutzfahrzeuges. Sie verteilen die Antriebsleistung gleichmäßig auf die Antriebsräder und sorgen dafür, dass sich diese während einer Kurvenfahrt unterschiedlich schnell aber dennoch mit identischer Vortriebskraft drehen. Dabei stellen sie einen dynamischen Ausgleich der Drehzahlen der kurveninneren und -äußeren Räder sicher, weshalb sie allgemein auch unter der Bezeichnung „Ausgleichsgetriebe“ geläufig sind.

Von der simplen Drehmaschine zum universellen Drehbearbeitungszentrum

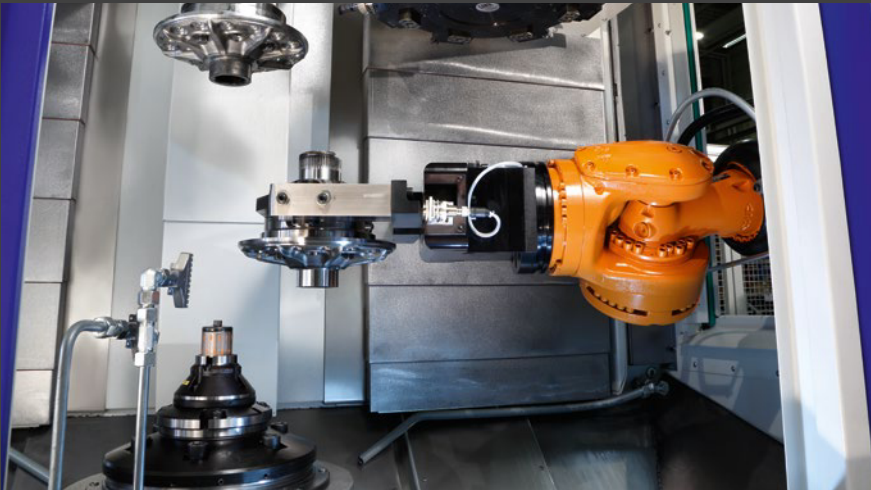
Die der DVS GROUP angehörende PITTLER T&S GMBH aus dem südhessischen Dietzenbach verfügt über jahrzehntelan-

ge Erfahrung und weitreichende Expertise im Bereich des Baus von Maschinen zur effizienten Bearbeitung unterschiedlicher Komponenten des Differentialgetriebes. Das Leistungsspektrum reicht hierbei von Einzelprozessmaschinen, bspw. zur Drehbearbeitung von Kegelröderrohlingen, bis hin zu flexiblen, um passgenaue Mess- und Automatisierungskonzepte erweiterbaren Fertigungslösungen, die Kombinations- oder gar Komplettbearbeitungen mit diversen Weich- und Endbearbeitungstechnologien ermöglichen. Maßgeblich für die Weiterentwicklung simpler Drehmaschinen zu universellen Drehbearbeitungszentren, die diverse Fertigungstechnologien beherrschen, sind insbesondere von PITTLER T&S innovative und teilweise patentierte Bearbeitungseinheiten, wie z.B. der Universal-Bearbeitungskopf mit starrer

Drehwerkzeugaufnahme und integrierter, leistungsfähiger Motorspindel.

Für einen Kunden aus der deutschen KFZ- und NFZ-Industrie war das Dietzenbacher Unternehmen in diesem Jahr mit der komplexen Aufgabe von Konzeption und Umsetzung einer Maschine zur Endbearbeitung rotierender Ausgleichsgehäuse von Differentialgetrieben betraut. Die besondere Herausforderung bestand dabei in der Tatsache, dass es sich bei den zu fertigenden Werkstücken nicht um Groß-, sondern Kleinserienteile für Geländefahrzeuge und Klein-LKW in äußerst geringer Losgröße und mehr als 30 unterschiedlichen Werkstückgeometrien handelt. Von Seiten des Kunden resultierten hieraus hohe Anforderungen in Bezug auf die Umrüstkfreundlichkeit der Anlage einer-





seits sowie den Automationsgrad des Fertigungsprozesses andererseits. Die speziell unter Berücksichtigung dieser Anforderungen für den Kunden realisierte Lösung der PITTLER T&S GMBH: Eine hochflexible Fertigungszelle zur Bearbeitung der unterschiedlichen Werkstücke inklusive Messstation und Automation.

Integrierte Automation und Messstation

Die zu bearbeitenden Ausgleichsgehäuse werden der Fertigungszelle zunächst über ein Conveyorsystem zur Verfügung gestellt. Aufgrund der variierenden Geometrie der Werkstücke sind deren Träger in Anlehnung an das japanische Poka Yoke-Prinzip (zu Deutsch: „Unglückliche Fehler vermeiden“) mechanisch so konstruiert, dass Fehlbedienungen und damit Fehlbearbeitungen bereits im Vorfeld ausgeschlossen sind. Von einem Industrieroboter, welcher über einen Greifarm verfügt, der das gesamte Geometriespektrum der Werkstücke abdeckt und somit gänzlich rüstkfrei ist, werden die Werkstücke aufgenommen. Der Roboter prüft während des Greifens – und damit bereits vor der Bearbeitung – ob das angewählte Bearbeitungsprogramm für die Bearbeitung des jeweiligen Werkstückes adäquat ist. Vor der Übergabe eines Gehäuses an den Bearbeitungsraum der Fertigungszelle durch den Greifarm durchläuft das Werkstück in der Messstation eine Preprozess-Messung,

auf Basis deren Resultats die Ausprägung und Position einzelner Bearbeitungsvorgänge, bspw. Bohrungen, festgelegt werden. Von zwei Spanndornen aufgenommen, wird das Werkstück anschließend im Arbeitsraum programmgemäß zerspannt.

Weich- und Hartbearbeitung in einer Aufspannung

Der Zerspanungsprozess der Ausgleichsgehäuse erfolgt in einer einzigen Aufspannung und umfasst sowohl die Weichdrehbearbeitung der Außenkontur zur Aufnahme des Kronenrades, das später mit einem Zylinderrad zusammenwirkt, als auch das Einbringen und Ausspindeln von Aufnahmebohrungen für die Ausgleichskegelräder. Auch findet ein Hartdrehen mit CBN induktiv gehärteter Werkstückbereiche statt. Mit dem Ergebnis die Hauptzeiten der spanenden Bearbeitung annähernd halbieren zu können, setzt PITTLER T&S ein leistungsstarkes 4-achsiges Drehbearbeitungszentrum ein, das über zwei Kreuzschlitten und zwei Revolver verfügt, und daher eine simultane Durchführung von Dreh- und Bohroperationen erlaubt. Die Zerspanungskräfte parallel gegenüberliegend durchgeführter Bearbeitungen heben sich hierbei annähernd gegenseitig auf. Während des gesamten Bearbeitungsprozesses werden die Werkstücke von einem NC-gesteuerten Reitstock gestützt, was die Durchführung sämtlicher Bearbeitungsoperationen mit hohen Vorschüben

■ PITTLER T&S realisiert flexible Fertigungszelle zur Endbearbeitung von Ausgleichsgehäusen von Differentialgetrieben inkl. Automation und Messstation.

■ Aufgrund geringer Losgrößen und über 30 Werkstückgeometrien erfüllt die Maschine höchste Anforderungen bzgl. Prozessautomation und Umrüstkfreundlichkeit gleichermaßen.

und Zustellungen ermöglicht.

Im Anschluss an die Bearbeitung wird das Gehäuse vom Roboter aufgenommen und zur Durchführung einer Postprozess-Messung erneut an die Messstation übergeben. Die Anlage erhält dadurch Messdaten zum erreichten Bearbeitungsergebnis, die sie bspw. nutzt, um auf Basis statistischer Auswertungen thermische Drifts des Bearbeitungszentrums kontinuierlich zu kompensieren. Die Maschine arbeitet somit in einem geschlossenen Regelkreis.

Garantierte Taktzeit- und Bauteilqualität

Als Generalunternehmer liefert die PITTLER T&S GMBH diese individuelle Kundenlösung zur flexiblen, hocheffizienten Endbearbeitung von Ausgleichsgehäusen für Differentialgetriebe einschließlich Taktzeit- und Qualitätsgarantie. Die Fertigungszelle wird in die vorhandene Infrastruktur aus Zu- und Abflussbändern des Kunden implementiert und sendet einem Leitsystem kontinuierlich aktuelle Daten zu den Werkstücken. ■

Autor:
Dr.-Ing. Markus Vos (Geschäftsführer)



The complex task: development and realisation of a machine for the efficient finishing of rotating differential cases for differential gearboxes in extremely small batch sizes and more than 30 different workpiece geometries. The innovative solution from PITTLER T&S GMBH: a highly flexible manufacturing cell including machining compartment, measuring station and automation which meets the most demanding of requirements in terms of both ease of retooling and process automation.

Differential gearboxes, or differentials for short, are essential components in every passenger car and commercial vehicle. They distribute the drive power evenly to the driven wheels and make sure these rotate at different speeds yet with identical propelling force when vehicles are driving around bends. They guarantee dynamic compensation of the rotational speeds of the wheels on the inside and outside of the curve, which is why they are also generally known as "compensating gearboxes".

From the simple lathe to the universal turning centre

PITTLER T&S GMBH, which is based in Dietzenbach in south Hesse and part of the DVS GROUP, has decades of experience and extensive expertise in the field of constructing machines for the efficient processing of various differential gearbox components. The performance spectrum ranges from machines for individual processes e.g. for the turning of bevel gear blanks through to flexible manufacturing solutions enhanced by high-precision measuring and automation concepts, which allow combined or complete machining using various machining technologies before heat treating as well as final machining technologies. Particularly crucial for the advanced development of simple lathes to universal turning centres which master various manufacturing technologies are the innovative and sometimes patented machining units from PITTLER T&S such as the universal machining head with rigid lathe tool holder and integrated, powerful motor spindle.

This year, the Dietzenbach-based company was entrusted with the complex task of designing and implementing a machine for finishing rotating differential cases for differential gearboxes for a client from

the German passenger car and commercial vehicle industry. The special challenge consisted in the fact that the workpieces to be manufactured are standard parts for SUVs and small trucks in extremely small batch sizes and more than 30 different workpiece geometries. On the client side, this resulted in demanding requirements in terms of ease of machine retooling on the one hand and the degree of automation of the manufacturing process on the other. The solution by PITTLER T&S GMBH which takes these customer requirements into special consideration is a highly flexible manufacturing cell for machining different workpieces, including a measuring station and automation.

Integrated automation and measuring station

The differential cases to be machined are supplied to the manufacturing cell via a conveyor system. On the basis of the varying geometry of the workpieces, their carriers are mechanically constructed following the Japanese Poka Yoke principle ("avoiding unfortunate mistakes") in such a way that incorrect operation and thus



incorrect machining are not possible in the first place. The workpieces are picked up by an industrial robot which has a gripper arm that covers the whole geometry spectrum of the workpieces and thus requires no retooling whatsoever. During gripping – and thus before machining – the robot checks whether the machining program selected is adequate for machining the respective workpiece. Before a case is transferred to the machining compartment of the manufacturing cell by the gripper arm, the workpiece runs through pre-process measurement in the measuring station, the results of which are used to define the characteristics and position of the individual machining processes such as drilling. Held in place by two tensioning spindles, the workpiece is then machined in the working compartment according to the program.

Hard and soft machining in one single clamping

The stock removal process for the differential cases is carried out in one single clamping and covers both the machining before heat treatment of the outer contour to fit the contrate gear which later interacts with a cylinder gear, as well as the feeding and drilling of locating holes for the differential bevel gears. Machining after heat treatment with workpiece areas inductively hardened with CBN also takes places. PITTLER T&S uses a powerful 4-axis turning centre which has two compound slides and two revolvers, allowing turning and drilling simultaneously and resulting in the time required for stock removal being almost halved. The cutting forces of parallel opposite machining almost cancel each other out completely. During the entire machining processes the workpieces are supported by an NC-controlled tailstock which makes it possible to carry out all the machining operation with high feed motions and supply.

Following machining, the case is picked up by the robot and transferred to the measuring station again for post-process measurement to be carried out. This means the machine receives measuring data for the machining result which it then uses for statistical evaluation in order to compensate thermal drifts of the machining centre,

- PITTLER T&S realizes flexible manufacturing cell – including measuring station and automation – for the finishing of cases of differential gearboxes.

- Due to small batch sizes and more than 30 workpiece geometries, the manufacturing cell meets the most demanding of requirements in terms of both ease of retooling and process automation.

for example. The machine thus works in a closed loop control system.

Guaranteed cycle time and component quality

As a general contractor, PITTLER T&S GMBH delivers this individual customer solution for the flexible and highly efficient final machining of differential cases for differential gearboxes including cycle time and quality guarantee. The manufacturing cell is implemented in the existing infrastructure of the customer's feed and discharge belts and continually transmits all current workpiece data to a master control system. ■

Author:
Dr.-Ing. Markus Vos (Managing Director)