

Oleg BORYSSENKO, Jurij MUSYTSCHOUK, Zenovij STOCKO, Wolodymyr BALUK,  
Mychajlo BOJKO, Roman LAMPIKA, Mykola WARYWODA

Staatsunivaersitaet «Lwiwska Politechnika»  
Lehrstuhl fuer Elektronischen Maschinenbau, Lwiw, Ukraine

## **AUTOMATISIERTE PROJEKTIERUNG UND ERZEUGUNG DER TECHNOLOGI- SCHEN AUSTRUESTUNG MIT HILFE DES CAD/CAM-SYSTEMS "KOMPAS" AUF GRUND VON IBM PC**

**Zusammenfassung.** Im Artikel wird die Loesung der Frage der Automatisierung der Produktionsvorbereitung und Erzeugung der technologischen Ausroestung mittels des CAD-Komplexes KOMPAS auf Grund von IBM PC vorgeschlagen.

Die Projektierung und Erzeugung der technologischen Ausruistung ist eine der wichtigsten sowie zeit- und kraftraubenden Aufgaben der technologischen Vorbereitung zur Produktion. Automatisierung dieses Prozesses erlaubt die Termine der Produktionsbereitschaft wesentlich zu kuerzen und die Qualitaet der neuen Ware zu erhoehen. Gleichzeitig kann der Einsatz des CAD/CAM-Systems von fuehrenden Erzeugungsfirmen in Betrieben der GUS-Staaten in Bedingungen des gegenwaertigen Produktionsrueckganges infolge sowohl des zu hohen Preiswertes als auch einer niedrigen Ausstattungsstufe der Betriebe als problematisch bezeichnet werden. Aus diesem Grund scheint die Ausarbeitung und der Einsatz der Systeme der automatisierten Steuerung, die sich auf PC-Ausnutzung gruenden, als eine perspektive Richtung und kann eine gute Basis fuer die nachfolgende Einfuehrung von mehr produktionsfaehigen Systemen bilden.

Der Grundfehler von vielen schon ausgenutzten Systemen solches Typs besteht in ihrer Zielsetzung fuer Loesung von eng spezialisierten Aufgaben sowie in ihrer Fehlanpassung miteinander, dass wesentlich eine komplexe Aufgabe der Vorbereitung zur Produktion zu loesen erschwert. Die Beseitigung dieses Mangels war ein Hauptziel der Bildung von ASKON-Assotiation (Sankt-Petersburg) eines KOMPLEXES der Automatisierten Systeme (KOMPAS). Diese Idee vereinigte die Ausarbeiter von CAD/CAM-Maschinenbausystemen verschiedener Richtungen aus Ukraine, Russland, Belorussland, Litau. Zur Zeit ist KOMPAS zu einem umfangreichen Komplex von CAD/CAM-Mehrzweck- und Spezialsystemen fuer verschiedene Maschinenbauzweige geworden. Der Einsatz eines gemeinsamen graphischen Grundsystems, die Uebereinstimmung von Datenformaten ermoeeglichen eine komplexe Loesung von Aufgaben der Automatisierung der Produktionsvorbereitung.

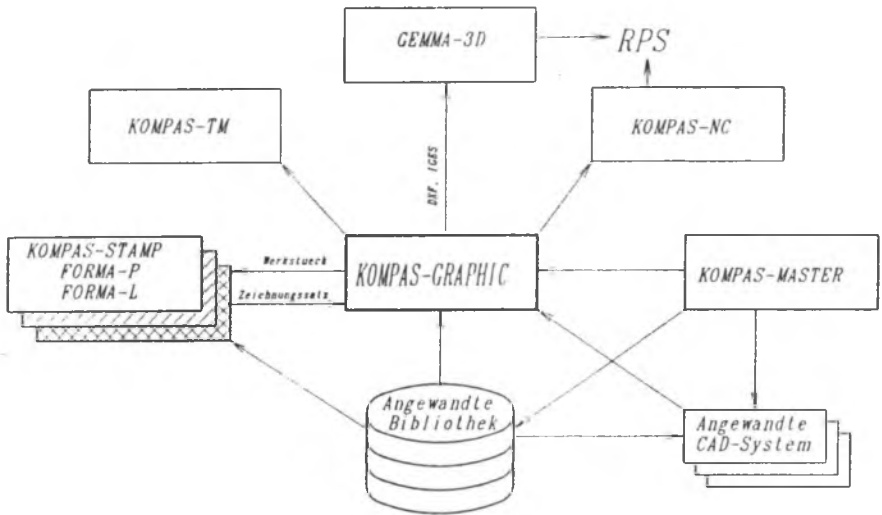
Einen Grundstein des Komplexes bildet das graphische System KOMPAS-GRAPHIC, die fuer Vorbereitung und Herausgabe der auf ESKD-Standard orientierten zeichen-graphischen Dokumentation bestimmt ist. Ausser der funktionalen Hauptmoeglichkeiten (geometrische Darstellungen, automatische Schraffierung, Hilfsdarstellungen, Verbindungen, halbautomatische Grossebezeichnung sowie Redigieren der Bilder mittels Masstabieren, Kopieren, Verschiebung, Deformation u.a.m.) erlaubt das System die dynamischen Tabellen von Masseanschlag, Traegheitsmoment, Schwerpunkten zu bilden und verfuegt ueber verschiedene Dienstleistungsfunktionen (Bedienung der Makrobibliotheken, Schrifteditor). Die ausgefuehrten Zeichnungen koennen in Systemen der automatisierten Steuerung fuer Werkbaenke mit Rechenprogrammsteuerung (RPS) ausgenutzt werden.

Fuer Automatisierung des Programmierens von technologischen Linienoperationsprozessen fuer mechanische Bearbeitung der Werkstuecke wird das System KOMPAS-TM eingesetzt. Die eingebauten graphischen Mittel erlauben die Ausfuehrung und Redigieren der Produktionsskizzen zu automatisieren. Die Anwesenheit der mit Verwendung der Theorie von Expertsystemen gebildeten Datenbasis sowie verschiedener Regime fuer Projektierung der Struktur des technologischen Prozesses zeichnet vorteilhaft KOMPAS-TM von den gleichartigen Systemen aus. Den groessten Teil des Arbeitsaufwandes bei der Konstruierung der technologischen Ausruestung nehmen die Pressformen und Stanzen. Die Systeme FORMA-P, FORMA-L und KOMPAS-STAMP geben eine Moeglichkeit die Zeitaufwaende bei der Konstruierung dieser Erzeugnisse mehrmals zu verkuerzen. Das System KOMPAS-STAMP erlaubt beim Stanzen die Projektierung der Schemen und Arbeitsgangskizzen von Zuschneiden eines Stoffstreifens, die Konstruierung der Scheidestanzen, die ingenieurtechnische Berechnung der Stanzen, die Ausfuehrung von Gesamt- und Einzelteilzeichnungen u.a. zu automatisieren. Dabei kann ein Konstrukteur die vom Computer vorgeschlagene Entwerfe zu kontrollieren und zu korrigieren.

Die Systeme FORMA-P und FORMA-L sind fuer Automatisierung der Projektierung von Pressformen fuer Plast- und Metalldruckgiessen bestimmt. Die Systeme erfuellen die automatische Projektierung von Pressformen optimaler Konstruktion laut dem von Konstrukteur gewaehlten Basismodell mit Beruecksichtigung der Besonderheiten des bestimmten Termoplastautomats (Gliessmaschine); interaktive Projektierungsregime mit Aenderung laut dem Wunsch des Konstrukteurs der Ausmasse, Verteilung der Bauelemente, automatische Neuberechnung der gesamten Konstruktion beim Ersetzen eines von Bauelementen; automatische Bildung des ganzen Zeichnungssatzes mit Bezeichnung aller Abmessungen und Toleranzen sowie Analyse der Korrektheit von Elemente- und Masslinienverteilung.

Das Ergebnis der Arbeit von diesen Systemen sind die Zeichnungen im KOMPAS-GRAPHIC-Format. Fuer Vorbereitung der Steuerprogramme zwecks NC-Bearbeitung ist das System KOMPAS-NC auszunutzen, fuer das ein geometrisches Modell des Werkstueckes, das mittels des Systems KOMPAS-GRAPHIC gebildet wird, als Ausgangsinformation dient. KOMPAS-NC sichert die automatisierte Projektierung von Steuerprogrammen fuer Mehrzweckwerkbaenke mit RPS, fuer Fraes-, Ausbohr- und Drehmaschinen sowie fuer Elektroerosions- und Laserausstattung mit graphischer Kontrolle der Werkzeugbe-

wegungsbahn. Die Bearbeitung wird in Grenzen von 2.5 Koordinaten durchgefuehrt, dass fuer die Erzeugung von Hauptbestandteile einer Pressform oder Stanze genuegt. Fuer Bearbeitung von komplizierten formbildenden Oberflaechen wird das System GEMMA-3D bestimmt, das die Werkstueckoberflaechen beliebiger Form fuer die Fraesbearbeitung in 5 Koordnaten zu bilden und zu programmieren erlaubt.



Verbindungsschema zwischen den Bestandteilen des Systems KOMPAS

Fuer Bildung der Bibliotheken von parametrisierten Elementen und spezialisierten CAD-Systemen in graphischer Umgebung ist das System KOMPAS-MASTER geeignet. Dabei wird die Ausnutzung der Moeglichkeiten des Systems KOMPAS-GRAPHIK bei der Beibehaltung der Einigkeit des Informations- und Benutzersinterfaces gewaehrleistet. Das System stellt dem Benutzer eine auf C basierte Programmiersprache des hohen Niveaus (mit einer breiten Auswahl von graphischen Funktionen fuer Bildung und Redigieren der Zeichnungen und Fragmente im Bereich Maschinenbau, ein eingebautes Relationssystem fuer Steuerung der Datenbanken zwecks ihrer Bildung und Ausnutzung und eine integrierte Umgebung fuer Programmierung und Instandsetzung von Programmen zur Verfuegung. Diese Moeglichkeiten des KOMPAS-MASTER-Systems erlauben das genug leistungsstarke CAD fuer die Loesung einer ganzen Menge von Aufgaben zu bilden.

Der Produktionseinsatz ist sowohl fuer das ganze Komplex der erwaehnten Systeme als auch fuer seine einzelne Bestandteile moeglich, um die bestimmten Fragen der Automatisierung geloest werden koennen.

## EIN BEISPIEL DER ANWENDUNG VON CAD/CAM SYSTEMS "KOMPAS" FÜR PROJEKTIERUNG DER DRUCKGUSSFORMEN

Die Projektierung der Pressformen für Metall- und Plastdruckgießen ist eine der verantwortlichsten und meist zeit- und kraftraubenden Etappen der technologischen Produktionsvorbereitung. Die optimale Konstruktion einer Pressform gewährleistet nicht nur die hohe Qualität des Werkstückes, sie erlaubt die Produktionsaufwände bedeutend senken. Bei der Lösung dieses Problems sind zwei folgende Hauptrichtungen zu bezeichnen:

- 1) Projektierung der formierenden Oberfläche des Erzeugnisses (Festsetzen der Teilung, Projektieren des Trichtersystems, der Ableitungen für Gasabzug usw.);
- 2) Projektierung der gesamten Konstruktion einer stationären Pressform (Verfügbarkeit mit der Ausrüstung, Projektierung des Ausstossmechanismus und anderer Bestandteile, die unmittelbar beim Formieren des Werkstückes nicht teilnehmen).

Für Lösung der ersten Aufgabe mit der Möglichkeit der Kontrolle ist es notwendig das geometrische Erzeugnismodell in drei Dimensionen und Modellierung von komplizierten physisch-technischen Prozesse der Formenausfüllung aufzugeben. Diese Aufgabe wird in solchen Systemen wie EUCLID, DUST, CADDs u.a. gelöst. Die Möglichkeit der Kontrolle des Ausfüllungsvorganges, die Untersuchung der thermomechanischen Zustände der Form bieten solche Programmpakete wie MOLDFLOW, CADMOLD an. Die zweite oben erwähnte Aufgabe, die die Konstruktion des ganzen Pressformsatzes im Auge hat, ist auf dem Wege der vollen Normalisierung der Formbestandteile (z.B., HASCO - Normalienmodul) zu lösen. Im unten beschriebenen CAD-Systemen FORMA-P, FORMÄL für Projektierung von Metall- und Plastdruckgussformen schlägt man etwas anderen Weg für Lösung dieser Aufgabe vor.

Wollen wir hier den Gang der Formenprojektierung mit Ausnutzung der erwähnten Systemen beschreiben. Als Bestimmungsfaktoren bei der Vorbereitung der Ausgangsinformation für Computerprogrammieren sind:

- a) Einfachheit, Zuverlässigkeit und Instandsetzungsfähigkeit der Pressformen;

b) Gewährleistung der Beibehaltung der Geometrie von Werkstück und der Möglichkeit des Aushebens des Werkstückes aus der Matrize.

Erster Faktor wird hauptsächlich von Pressformenkonstruktion bestimmt, die als Grundkonstruktion zu betrachten ist; der zweite Faktor wird vom Auswahl der Formteilungsebene festgesetzt. Mittels des graphischen Systems KOMPAS-Graphics bereitet ein Konstrukteur das geometrische Modell eines Werkstückes (der Werkstücke) vor, projiziert das Gussystem, wählt die Teilungsebene sowie bestimmt die Abmessungen eines Werkstückes in beweglichen und unbeweglichen Formteilen. Mit Berücksichtigung des Einspritzumfanges oder des Maximalgewichtes der Werkstücke wird das Modell eines Thermoplastautomats (Gussmaschine) gewählt und aufgrund der durchgeführten Analyse wird eine Basiskonstruktion der Pressform gewählt. Die typischen Grundkonstruktionen der vom System FORMA-P vorgeschlagenen Pressformen werden in Bildern 1 bis 4 angeführt.

Aufgrund dieser Angaben führt das System die Berechnungen einer Pressform durch. Während der Berechnung wird die Optimierung der Pressform laut Abmessungen (um den minimalen Metallaufwand zu erzielen) durchgeführt, mit Berücksichtigung der Form eines Werkstückes zusammen mit Gussystem sowie der Besonderheiten der Ausrüstung, für welche die Pressform projiziert wird. Nach der Analyse der erhaltenen Variante der Pressform hat ein Konstrukteur die Möglichkeit im interaktiven Regime die Veränderung der Anordnung der Konstruktionselemente einer Pressform (Ausstoss aus der Matrize, Gegenstoßel, Säulen, Kühlung usw.) durchzuführen. Aufgrund der erhaltenen Angaben wird ein Zeichnungssatz für Herstellung einer Pressform (Gesamtzeichnung, Detaillierung, Spezifikation) formiert, infolge dessen ein Konstrukteur die Arbeitszeichnungen von Pressformelementen mittels KOMPAS-Graphics durchzusehen kann.

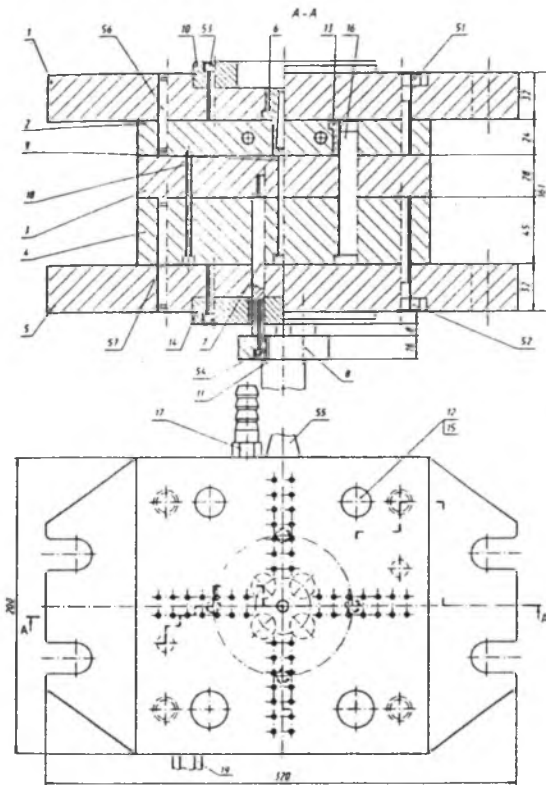


Bild 1.

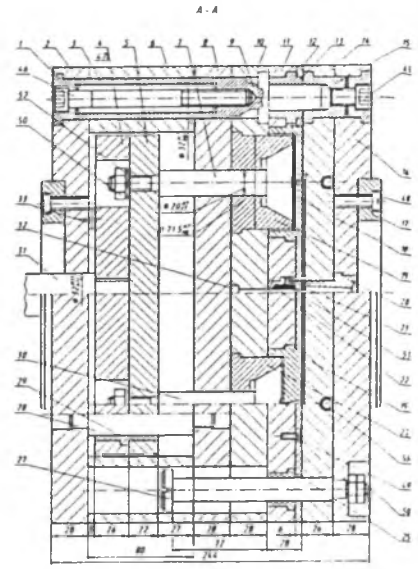
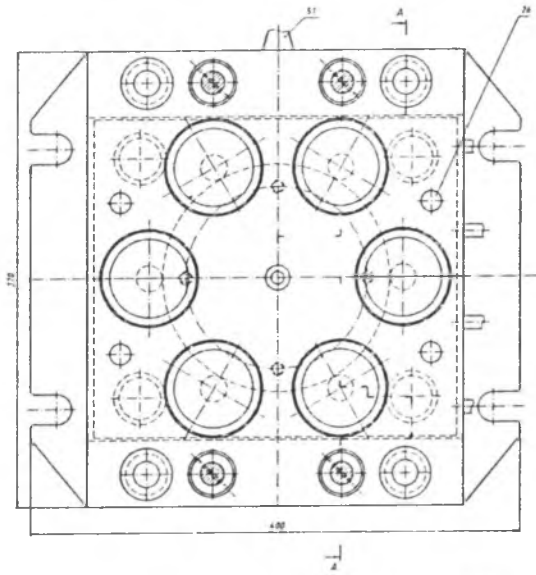


Bild 2.

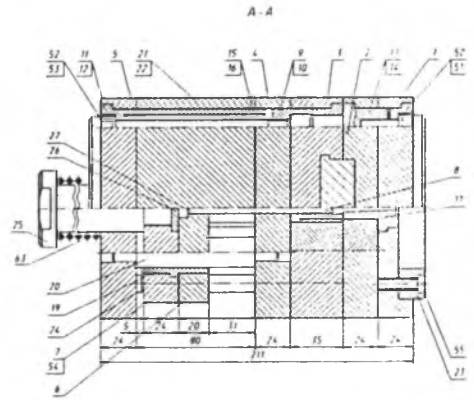
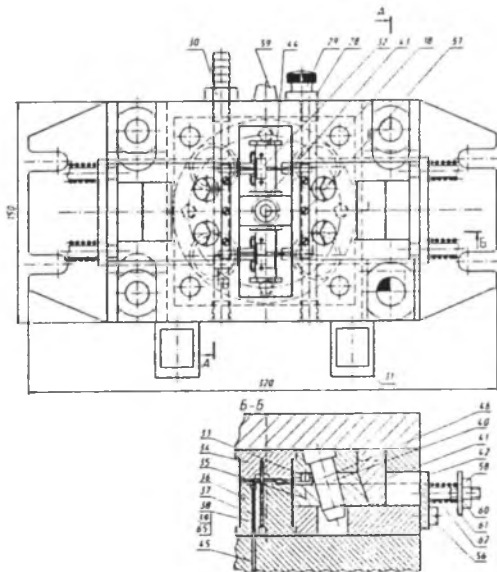


Bild 3.

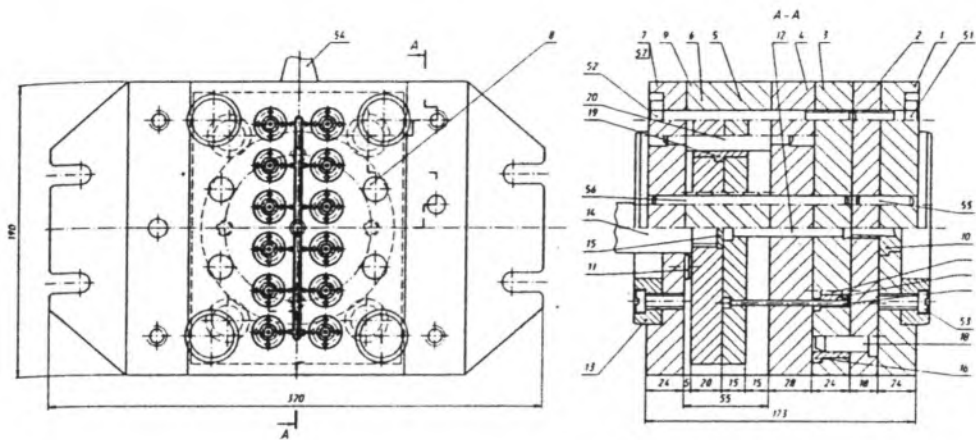


Bild 4.

Die unmittelbar die Werksteucoberflaeche formierenden Elemente werden mit Hilfe des graphischen Systems ergaenzt.

Die erhaltenen Zeichnungen koennen (bei Gewaehrleistung der ESKD-Ausfuehrung) aufs Papier gezeichnet oder an System KOMPAS-NC zwecks NC-Programmierung uebergeben werden.

Gutachter: Piotr Gendarz