

Министерство высшего и среднего специального образования БССР

ВИТЕБСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 621.9.06-529

Гос.рег.№ 81015908

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной
работе

В.Е. Горбачик В.Е. ГОРБАЧИК
30.11.81 г.

О Т Ч Е Т

по НИР "Создание новых технологических процессов
и средств повышения эффективности автоматических
обрабатывающих систем серийного производства"

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ АВТО-
МАТИЧЕСКОГО (БЕЗЛЮДНОГО) ПРОИЗВОДСТВА

(промежуточный)

ГБ-81-62

Начальник НИС

И.Е. Правдивый И.Е. ПРАВДИВЫЙ

Зав.кафедрой "Технология
машиностроения", руково-
дитель НИР, ответственный
исполнитель доц., к.т.н.

И. Горюшкин И. ГОРЮШКИН

Витебск-1981

Библиотека ВГГУ



О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
1. ВВЕДЕНИЕ.....	II
2. КРАТКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ГИБКИХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ СИСТЕМ.....	14
3. КЛАССИФИКАЦИЯ ГИБКИХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ СИСТЕМ.....	35
3.1. Автоматизация отдельных станков.....	37
3.2. Гибкие обрабатывающие модули.....	39
3.3. Гибкие обрабатывающие системы.....	42
3.4. Гибкие обрабатывающие линии.....	44
4. НОВЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИЙ ГИБКОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.....	48
4.1. Гибкая автоматизация процессов обработки давлением.....	48
5. СПЕЦИФИКА ПОЛНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	52
5.1. Гибкие обрабатывающие системы, реализующие безлюдную технологию.....	52
5.2. Преимущества и требования безлюдной технологии.....	73
5.3. Функции СНС в безлюдной технологии.....	76
5.4. Функции роботов в безлюдной технологии.....	76
6. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ БЕЗЛЮДНОГО ШИРОКО-НОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	83
7. ОСНОВНЫЕ ПУТИ И СРЕДСТВА РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ РЕАЛИЗАЦИИ БЕЗЛЮДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	91
7.1. Критерии оценки эффективности АОС.....	91
7.2. Качественный смысл определения "гибкость АОС" с точки зрения теории систем.....	94
7.3. Определения АОС в терминах теории информации....	99
7.4. Сущность технологии машиностроения с точки зрения теории информации.....	II2

7.5. Сущность процесса проектирования технологии АОС.....	116
7.6. Количественные критерии оценки эффек- тивности и гибкости АОС.....	121
7.7. Алгоритм проектирования АОС.....	125
7.8. Обоснование необходимости поисков универсальной технологии изготовления деталей и узлов машин.....	132
7.9. Описание способа и реализующих его устройств.....	140
7.10. Развитие НИР по реализации безлюдной технологии гибкого производства.....	143
8. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	146
9. ЛИТЕРАТУРА	150

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО (БЕЗЛЮДНОГО) ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВА

І. ВВЕДЕНИЕ

В течение последних 10 лет в мировом станкостроении наблюдался стремительный рост производства станков с ЧПУ. В 1980 году, по данным фирмы *Fujitsu Fanuc Ltd.*, их производилось в 7,4 раза больше, чем в 1970 г. [1].

В настоящее время отношение станков с ЧПУ к общему объему производства станков составляет почти 50%. В то же время наблюдается неуклонный рост во всех фазах технологии на базе станков и другого оборудования с ЧПУ. Достижения в технологии микроэлектроники, например, играют основную роль в компьютеризации программного управления и оказывают решающее влияние на улучшение характеристик (в первую очередь – надежность) и уменьшение габаритов и стоимости систем ЧПУ. Сейчас большинство систем ЧПУ и CNC встраиваются в станки, являясь их составной частью. Рост возможностей станков с ЧПУ одновременно с совершенствованием технологии и режущего инструмента сделали ЧПУ лучшим средством автоматизации производства.

Этот технологический прогресс внес кардинальные изменения в теорию и практику использования станков с ЧПУ в качестве средств производства. Если ранее они применялись с целью автоматизации и улучшения условий труда на отдельных операциях, то теперь они служат базой для создания гибких "безлюдных" обрабатывающих систем.

С середины 70-х годов наблюдается резкая активизация исследований по проблемам развития и применения этих систем. Сегодня в Японии, ФРГ, США, Великобритании и других странах созданы наци-

ональные проекты по реализации безлюдной технологии в серийном производстве, разработка которых осуществляется в рамках жесткой конкуренции. Повышенный интерес к разработкам средств, реализующих гибкую безлюдную технологию, объективно основан на современной ситуации, сложившейся в мировом промышленном производстве, характеризующемся, с одной стороны, быстрой сменяемостью заказов и, с другой стороны, возрастающим дефицитом и стоимостью квалифицированной рабочей силы. В ближайшее время жизнеспособность многих предприятий будет определяться тем, как быстро и с какими затратами они смогут адаптироваться к быстроменяющимся условиям рынка, т.е. степенью гибкости производства и ценой, которой эта гибкость будет обеспечиваться.

В настоящее время гибкость мелко- и среднесерийного производства при высоком уровне производительности и автоматизации достигнута лишь отдельными фирмами, на большинстве же предприятий по-прежнему преобладают обычные станки, и организация производства по цеховому, групповому и поточному принципу. Такая организация производства характерна высокими затратами на заработную плату персонала и, вследствие длительного цикла обработки, большими объемами незавершенного производства. Значительны также и транспортные расходы.

Все эти проблемы решаются внедрением гибких автоматических систем обработки в сочетании с новыми организационными структурами материальных потоков и производства, но, тем не менее, переход к таким системам осуществляется еще достаточно медленными темпами. Одной из причин такой "осторожности" промышленных компаний являются значительные капиталовложения на создание такого рода систем.

Второй причиной является дефицит стандартных компонентов для реализации обрабатывающего и материального потоков, т.к. только наличие типовых модульных компонентов дает возможность создания

оптимальных систем для различных случаев применения и с оправдывающими себя затратами. Существуют и другие причины (такие, как, например, отсутствие достаточного опыта разработок), но, как показали приводимые ниже результаты исследований, основным препятствием на пути реализации гибкой безлюдной технологии является, с одной стороны, отсутствие единой методологии проектирования гибких ОС на основе общей теории систем и, с другой стороны, попытки осуществить революционные преобразования производственных процессов на базе традиционной технологии (под которой подразумевается совокупность методов создания деталей машин и методика их применения).

2. КРАТКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ГИБКИХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ СИСТЕМ

Традиционное производство характеризуется в основном тремя различными типами:

- в единичном и мелкосерийном производстве используется, в основном, оборудование с ручным обслуживанием и загрузкой, которое, как правило, расставляется по цеховому принципу;
- в серийном производстве находят применение станки с автоматическим циклом обработки и ручной загрузкой и выгрузкой. Применение многоместных и магазинных приспособлений позволяет автоматически обработать несколько заготовок и при этом совместить обслуживание с циклом работы станка. Поток деталей, как и при мелкосерийном производстве, обеспечивается вручную;
- массовое производство организовано по поточному или конвейерному принципу. Обработка и транспортирование деталей происходит автоматически.

К важнейшим недостаткам традиционного производства можно отнести незначительную производительность и высокую потребность рабочего персонала. Незначительная гибкость обычных автоматизированных станков для среднесерийного производства и соответственно высокое подготовительное время приводят к увеличению времени обработки и большим объемам незавершенной продукции. Высокая производительность и быстрое прохождение деталей по конвейеру в массовом производстве вместе с тем характеризуется очень низкой гибкостью линии. Жесткий принцип линии в результате остановки на одной позиции тотчас или после короткого времени ведет к простоя всей линии.

Во всех трех вышеназванных типах производства можно найти основные принципы для организации обрабатывающих и материальных потоков гибких обрабатывающих систем.

Первый шаг к переходу на современные структуры обработки сделан введением станков с ЧПУ. Связанные с ними преимущества - не-

9. ИИТЕПАТҮПА

1. I naba, H. Concept and practice of unmanned machining systems. METALWORKING Engineering and Marketing, Vol. 2, No.S, 1980, p. 54-60.
2. Herrmann, P., Pferdenges, R. Flexible Fertigungskonzepte VDI-Z 122(1980) Nr. 15/16, S. 667-677.
3. Grof. H.E.: Automatisierung und Flexibilität. wt-Z ind. Fertig. Bd. 70 (1980) Nr.3.S. 169/73.
4. Eversheim. W. u. P. Herrmann: Technical and Economical Planning of Automated Manufacturing Systems. Vortrag zum 4th ICPE, 18.-22. August 1980. Tokio.
5. Mayrhofer, V.: CNC-Werkzeugmaschinen rationalisieren Kleinserien. Maschinenmarkt Bd. 84(1978) Nr.95.S.1936/38.
6. Eversheim.W.: Organisation in der Produktionstechnik. Bd.4 Fertigung und Montage. VDI-Buchreihe Studium und Praxis Düsseldorf: VDI-Verlag (erscheint im Herbst 1980).
7. Jäger. H.: Drehmaschinen, Bericht über die 3.EMO in Mailand. wt-Z ind. Fertig. Bd.70 (1980) Nr. 1, S. 49/54.
8. Schallers, E. u, R. Stender: CNC-gesteuerte Produktionsdrehautomaten GD. Ind.-Anz. Bd 101 (1979) Nr. 26, S. 13/16.
9. Leiseder. L.: CNC-gesteuertes Drehen: den Fertigungsbedingungen flexibel angepaßt Maschinenmarkt Bd.85(1979) Nr. 15.S. 259/62.
10. Bresch.H.: NC-Drehen von LkW-Achsen und Lagern. Werkstatt und Betrieb Bd. 112(1979) Nr. 9.S. 635/36.
11. Low Cost CNC-Steuerung für Drehmaschinen tz.f. prakt. Metallbearb. Bd. 73 (1979) Nr. 8.S.27.
12. Stenzel.F.: Rationelles Drehen mit Rechnerhilfe. Werkstatt und Betrieb Bd. 112 (1979) Nr.8. S. 503/05.

13. Drehmaschinen mit zunehmend kurzen Nebenzeiten.
Bericht von der 3. EMO'79. Werkstatt und Betrieb Bd.
112 (1979) Nr.12. S. 844/52.
14. Kellerhals. E.. u. G. Koschnik: Ein- und zweispindige
Drehautomaten. VDI-Z Bd.1212(1979) Nr. 21. S. M203/31.
15. Hammer. H.: Mit programmgesteuerten Revolverdrehauto-
maten Werkstücke fertigbearbeiten - ohne Einschalten
der AVO. Maschinenmarkt Bd. 85 (1979) Nr.15.S. 252/54.
16. Hammer.H.: Technische betriebliche und wirtschaftliche
Aspekte der Werkstattprogrammierung. VDI-Z Bd. 121
(1979) Nr. 21. S. 1095/99.
17. Vettin.G.: Flexible Handhabung beim Drehen. VDI-Nach-
richten Bd. 33 (1979) Nr.50. S.6.
18. Automatische Werkzeugzufuhr für CNC-Drehmaschinen.
Maschinenmarkt Bd. 85(1979) Nr.25. S.430.
19. Felten. K.: Werkstückhandhabung in Drehfertigungssystemen
nach drei Arten - Nach Fertigungsart untergliedern.
Maschinenmarkt Bd. 84 (1978) Nr.85. S. 1657/60.
20. Baumgartner. H.. u. A.Feisel: Erfahrungen mit Meß-
steuerungen beim NC-Drehen. Werkstatt und Betrieb
Bd. 112 (1979) Nr.9. S.629/34.
21. Sonnek.W.: Werkzeugmessung statt Werkzeugvoreinstellung
am Beispiel einer CNC-Drehmaschine mit Handeingabe-
steuerung. Werkstatt und Betrieb Bd. 112 (1979) Nr.9.
S.641/44.
22. Chmielnicki.S.J. D.Saniter u. Steinhilber: Bearbeitungs-
zentren. Fräs- und Bohrmaschinen. Bericht von der
3.EMO'79 Mailand. et-Z.Fertig. Bd.70.(1980) Nr.1.S.54/57.
23. Tietze.E.: Anwendung von CNC-Steuerungen bei spanenden
Werkzeugmaschinen. Maschinenmarkt Bd.84 (1978) Nr.25.
S.408/10.

24. Testi.F.: Möglichkeiten der CNC-Steuerungen. Werkstatt und Betrieb Bd.112 (1979) Nr.5. S.289/94.
25. Vielseitig anpaßbare Steuerungen. Bericht von der 3.EMO 1979, Mailand. Werkstatt und Betriebe Bd.112 (1979) Nr.12. S.839/44.
26. Mack.W.: CnC-Bohranlagen für LkW-Rahmen. Werkstatt und Betrieb Bd.112 (1979) Nr.3. S.146/47.
27. CNC-Steuerungen für Positionieraufgaben bis zu drei Achsen. tz. f.prakt.Metallbearb. Bd.74 (1980) Nr.2. S.39.
28. Bohren und Fräsen bei zunehmender Schnittgeschwindigkeit. Bericht von der 3.EMO'79.Mailand, Werkstatt und Betrieb Bd. 112 (1979) Nr.12, S.861/72.
29. Zander. W.:Maßnahmen zur Verbesserung des Automatisierungsgrades von Kreutztisch-Fräsmaschinen. Maschinenmarkt Bd. 85(1979) Nr.33. S. 648/50.
30. Kaschepawa M.J.: Bearbeitungszentren mit NC-Steuerung aus der UdSSR. Fertigungstechnik und Betrieb Bd.29 (1979) Nr. 11.S.660/63.
31. Bellmann B., u. W.Wolf: Bearbeitungssystem mit Meß- und Regelkreisen für Kurzbohrer mit Hartmetall-Wendeschneidplatten. Werkstatt und Betrieb Bd. 112 (1979) Nr.11. S.799/803.
32. Baisch R. u. F.-W.Hellwig: CNC-Steuerungen zur Diagnose an Werkzeugmaschinen. Werkstatt und Betrieb Bd.112 (1979) Nr.1. S.13/16.
33. Jamamoto,T. Concepts of unattended machining. METALWORKING Engineering and Marketing, Vol.2, No 5, 1980, p.44-52.

34. Warnecke, H.J., u. W. Rößner: Bessere Nutzung von NC-Bearbeitungszentren durch Palettenwechsel- und Speichereinrichtungen. wt-Z. ind.Fertig. Bd. 70(1980) Nr.3. S.181/84.
35. Klech, W.: Werkzeugaufbau-Organisation an Bearbeitungszentren. Maschinenmarkt Bd.85 (1979) Nr.42. S.817/21.
36. Michaelis, D.: Bearbeitungszentren - Fachgebiete in Jahresübersichten. VDI-Z Bd.121 (1979) Nr.19. S.975/85.
37. Fritzsche, K.: Geisterschicht realisierbar - Arbeiten mit Fertigungszentren ohne Bedienpersonal. Maschinenmarkt Bd. 85(1979) Nr.102. S.2119/21.
38. Bis zu fünf Werkzeugmaschinen automatisch bedienen. Maschinenmarkt Bd.84 (1978) Nr.51. S.1017.
39. Kahl, E., u. G.Naumann: Maschinensystem zur Bearbeitung gehäuseformiger Werkstücke. Werkstatt und Betrieb Bd.112 (1979) Nr.9. S.605/09.
40. Hörl, A.: Verkettung von Fertigungsanlagen. VDI-Nachrichten Bd.33 (1979) Nr.17. S.5.
41. Horizontales Bearbeitungszentrum zur Fünf-Seiten-Bearbeitung. Werkstatt und Betrieb. Bd. 112 (1979) Nr. 9. S.647.
42. Kämpfer, S.: Roboter in der Fertigungszelle. VDI-Nachrichten Bd.34 (1980) Nr.20. S.6.
43. Engelberger, J.F.: Neue Entwicklungen der Handhabungs- und Montagetechnik in den USA. Vortrag zum Produktionstechnischen Kolloquium. 21/22 Juni 1979. Berlin.
44. Sauerbrey, W., Th.Müller. u. R.Mergner.: Klassifizierung und Speicherung von Handhabungseinrichtungen. Fertigungstechnik und Betrieb Bd.29 (1979) Nr.8. S.455/59.

45. Weck.M., Y.Tüchermann, K.Zenner u. D.Zühlke: Flexibles Fertigungssystem in der Flugzeugteilefertigung. Systembeschreibung und operatives Steuerungssystem ind. Anz.Bd. 101 (1979) Nr.32. S.42/46.
46. Weck.M., K.Zenner. u. Y.Tüchermann: Flexible Manufacturing Systems: new developments of two different systems for rotary parts and profile milling pieces. In: Proceedings of 2nd. IFAC/IFIP Symposium. Stuttgart, 1979. S.13/24.
47. Storr, A.: Planung und Realisierung flexibler Fertigungssysteme. Vortrag zum Fertigungstechnischen Kolloquium 1979. Stuttgart. Veröffentlicht in: wt-Z ind. Fertig. Bd.69(1979) Nr.11.S.681/91.
48. Pferdenges,R., u. P.Herrmann: Flexible Fertigungskonzepte. VDI-Z. Bd.121(1979) Nr.15/16. S.819/27.
49. Vettin, G.: Analyse der Konzeption flexibler Fertigungssysteme. VDI-Z. Bd.121(1979) Nr.1/2. S.14/23.
50. Hörl,A.: Planung und Realisierung flexibler Handhabungseinrichtungen in der losweisen Fertigung. ZWF Bd.74(1979) Nr.3. S. 112/21.
51. Schiele,G., u. J.Schmidt: Handhabung in einem flexiblen, verketteten Fertigungssystem für Rotationsteile. VDI-Z. Bd.122 (1980) Nr.8. S.316/22.
52. Matsumura,Y., u.J.Takashita: Fertigungssystem für runde Werkstücke. Werkstatt und Betrieb Bd. 112(1979) Nr.9. S.625/28.
53. Software für flexible Fertigungssysteme (PDV-Arbeitskreis). ZWF Bd.74(1979) Nr.10. S.505/11.
54. Rittinghaus, H.: Integrierte Materialflußautomatisierung in der Einzel- und Serienfertigung. München: Carl Hauser Verlag 1980.

55. Dotting, W., u. J. Firnau: Steuerung des Fertigungsablaufs und des Materialflusses in flexiblen Fertigungssystemen. wt-Z ind. Fertigung Bd.67 (1977) Nr.7. S.397/403.
56. Eversheim, W., u. R. Pferdmeiges: Flexibles Fertigungssystem in der Flugzeugteilefertigung - System zur organisatorischen Steuerung. Ind.-Anz. Bd. 101 (1979) Nr.32. S. 46/50.
57. Informationen zum dargestellten System sind über den Hersteller - Fa. Scharmann. Mönchengladbach-Rheydt - zu erhalten.
58. Kamp, A.W.: Feinplanung flexibler Fertigungssysteme. VDI-Nachrichten Bd.33 (1979) Nr.32. S.2.
59. Steinhilber, H.: Planung und Aufbau des Werkzeugflusses für ein flexibles Fertigungssystem. HGF-Kurzbericht Blatt 78/14. Verlag Girardet, Essen 1978.
60. Projektierung flexibler Fertigungssysteme. Ind.-Anz. Bd.93 (1971) Nr.60. S.1512/21.
61. Chmielnicki, S.: Simulation - ein Hilfsmittel bei der Auslegung des Werkzeugflusses in flexiblen Fertigungssystemen. Ind.-Anz. Bd.102 (1980) Nr.20. S.28/29.
62. Wilhelm, R.: Methoden und Hilfsmittel zur Betrachtung des Zeitverhaltens flexibler Fertigungssysteme. wt-Z. ind.Fertig.Bd.68(1978) Nr.6. S.347/52.
63. Planungshilfen bei Transportsystemen - Simulation ersetzt nicht das Denken, deckt aber Denkfehler auf. VDI-Nachrichten Bd.33(1979) Nr.3. S.14.
64. Warnecke, H.J., u. R.v. Stetten: Puffer gegen Störungen in automatischen Fertigungslinien. wt-Z. ind. Fertigung Bd.65 (1975) Nr.11. S.677/82.

- 111
- 150
66. Lipp, W.: NC-Bearbeitungszentren und NC-Fertigungsli-
nien flexibler im Baukastensystem. Maschinenmarkt
Bd.84(1978) Nr.95. S.1939/42.
 67. Boetz, V.: Flexible Sonderwerkzeugmaschinen für spa-
nende Fertigung. Berlin:Springer-Verlag 1979.
 68. Jung, P., u. G.Wermuth: Umrüstbare Transferstraße mit
Programmsteuerung. Werkstatt und Betrieb Bd.112 (1979)
Nr.3. S.137/42.
 69. Goebel, H.: Zweiwege-Bearbeitungszentrum mit Bohr-
kopfwechsel. Werkstatt und Betrieb Bd.112 (1979)
Nr.8. S.507/10.
 70. Müller, H.R.: Flexible Automatisierung im Automobil-
bau. VDI-Nachrichten Bd.33(1979) Nr.37. S.13.
 71. Transferstraße fertigt Dieselmotoren. VDI-Nachrichten
Bd.32(1978) Nr.40. S.20.
 72. A manufacturing system for the automotive industry -
the production of mid-volume six cylinder engine-
blocks. Information der Kearney&Trecker Corporation.
 73. Wernli, H.H., u. B.Brunner: Numerisch gesteuerte Brems-
gehäuse-Bearbeitung. Werkstatt und Betrieb Bd.112
(1979) Nr.3. S.143/45.
 74. Romanini, S., u. A.Cattani: Flexible Transferanlage zur
Achswellen-Bearbeitung. Werkstatt und Betrieb Bd.112
(1979) Nr.9. S.621/24.
 75. Goebel, R.: Pleuel automatisch gefertigt und montiert.
VDI-Nachrichten Bd.33 (1979) Nr.44. S.27.
 76. Colding, B., L.V.Colwell, u. D.N.Smith: Zukunft-
studie über Fertigungssysteme und -verfahren.
Werkstatt und Betrieb Bd.112 (1979) Nr.5. S.299/305.

77. Schmidt.V.: Anwendung der NC-Technik bei Blechbearbeitungsmaschinen. wt-Z ind.Fertig.Bd.68 (1978) Nr.9-S.571/78.
78. Maßberg.W.: Einsatz von Rechnerstrukturen in der Umformtechnik. Vortrag zum Produktionstechnischen Kolloquium, 21/22 Juni 1979. Berlin.
79. Panknin. W.: Rechnergesteuerte Fertigungssysteme in der Blechbearbeitung. Vortrag zum Produktionstechnischen Kolloquium, 21/22.Juni 1979.Berlin.
80. Geiger,M.: Blech als Konstruktionswerkstoff im Maschinenbau. wt-Z ind.Fertig.Bd.68 (1978) Nr.4. S.193/201.
81. Flick.W.: Wirtschaftliche Betrachtungen zu NC-Blechbearbeitungen. Maschinenmarkt Bd.84 (1978) Nr.28. S.509/11.
82. Klein,W.: Numerisch gesteuerte Gesenkbiegepressen. wt-Z. ind.Fertig.Bd.69 (1979) Nr.10. S.633/36.
83. Schneider,F.: CNC-Einsatz an Pressen für die Herstellung von Blechen für Elektro-Großmaschinen.VDI-Bericht 357 (1979) S.43/49.
84. Geiger,M.: Wirtschaftliche Blechbearbeitung mit modernen CNC-Bearbeitungszentren. VDI-Bericht 330 (1978) S.61-67.
85. Tragter,J.: Möglichkeiten der NC-Steuerungen bei Abkantpressen. Maschinenmarkt Bd.86 (1980) Nr.20. S.365/66.
86. Brockhoff.H.F.: Numerisch gesteuertes (CNC) Umformbearbeitungszentrum zum Drücken von Blechen. Ind.Anz. Bd.102 (1980) Nr.37. S.17/21.

87. Radialumformen im flexiblen Fertigungssystem. VDI-Nachrichten Bd.34 (1980) Nr.14. S.12.
88. Kaiser,H.: Umformende Bearbeitung in flexibler Fertigungssystemen. Ind.-Anz. Bd.99 (1977) Nr.46. S.812/15.
89. Kaiser,H.: Umformende Fertigungseinrichtungen und flexible Fertigungssysteme. Ind.-Anz. Bd.99 (1977) Nr.78. S.1516/78.
90. Naessens,D.: Numerische Steuerung und Programmierung bei Abkantpressen. In: KVD-Magazin Nr.8(1977) S.6/7.
91. Kuppinger,R.: Werkzeugsysteme beeinflussen die Rentabilität von Stanz- und Nibbelmaschinen. Maschinenmarkt Bd.81(1975) Nr.80. S.1498/1501.
92. Chorneau,R.: Microprocessor Comes to Stretch Forming. Manufacturing Engineering Feb.1980. S.72/73.
93. Winkel,H.K.: Spanloses Umformen durch Drücken auf numerisch gesteuerten Maschinen.Bleche-Profile Bd. 26(1978) Nr.5.S.217/19.
94. Keul,W.: Entwicklungsrichtungen bei Blechbearbeitungsautomaten,Blechbiege- und -schneidmaschinen. VDI-Z Bd.122(1980) Nr.3.S.69/75.
95. Gesell,W.: Arbeitshygienische Probleme am Arbeitsplatz in Gießereibetrieben. Maschinenmarkt: Bd.82 (1976) Nr.81. S. 1476/78.
96. Anwendungsorientierte Handhabungstechnik. VDI-Nachrichten Bd.33 (1979) Nr.20. S.6.
97. Handhabung beim thermischen Entgraten. VDI-Nachrichten Bd.33.(1979) Nr.21. S.34.

98. Riege, W.: Mechanisierung und Automatisierung des Schleifens in Gußputzereien. Gießerei Bd.63 (1976) Nr.13. S.365/71.
99. Engels, G.: Gießertechnik 1979 - Wo stehen wir? Gießerei Bd.66 (1979) Nr.11. S.320/33.
100. Franzier, R.: Neue Verfahren für die mechanische Oberflächenbearbeitung von Druckgußteilen. Gießerei-Praxis 1979 Nr.4. S.60/64.
101. Eversheim, W., u. K.H. Peffekoven: Wege zur Automatisierung der Putzbearbeitung in Leichtmetall-Gießereien. Ind.-Anz. Bd.102 (1980) Nr.37. S.22/26.
102. Pavlovsky, R., u. H. Wuest: Zur Entwicklung der automatischen Rohgußbearbeitung. Gießerei Bd.66 (1979) Nr.8. S.213/15.
103. Salje Peschel: Kenngrößen zur Analyse von Werkzeugmaschinen und Fertigungssystemen. Werkstattstechnik 62(1972) H1, S. 10 ff.
104. Wenzel, H., Glöckner, W.: Kenngrößen für die Ausnutzung von Fertigungsanlagen. Werkstattstechnik 59 (1969) H 4, S. 168-172.
105. Klinger, R., Rösch, B.: Vorschlag einer Zeitgliederung für automatisch arbeitende Bearbeitungs- und Maschinensysteme und Analyse der Einflußgrößen auf die zeitliche Ausnutzung und Auslastung. Forschungsbericht, TH Karl-Marx-Stadt 1977.
106. Riegert, R.: Die Entwicklung adaptiver Prozesse für die Metallbearbeitung. Wiss. Zeitschrift der TH Karl-Marx-Stadt 15(1973) H 4, S. 691-703.
107. Hülseberg, F., Gallenmüller, O.: Planung und Analyse der Kapazität im Betrieb. Verlag die Wirtschaft, Berlin 1978.

108. Definitionen für Planung, Rechnungsführung und Statistik. Berlin, Staatsverlag der DDR 1973.
109. Lienert, J., Nieß, P.-S.: Wirtschaftlichkeitsbeurteilung komplexer Fertigungsanlagen. Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung 73 (1978) H 2.S.59-63.
110. Piegert, R.: Integrierte Fertigungen. Vortrag zur wiss. Tagung "Beitrag des Maschinenbaus zur Beschleunigung des wiss.-techn. Fortschritts". TH Karl-Marx-Stadt, Tagungsberichte S. 29-38.
- 111.
112. The Project on the Unmanned Factory in Japan. Bericht der Faculty of Engineering. University of Tokyo, 1979.
113. Die automatische Fabrik in Japan. VDI-Nachrichten Bd.33 (1979) Nr.38. S.15.
114. Becker, H.: Flexible Fertigungssysteme - Projekte in der Bundesrepublik Deutschland und in Japan. VDI-Z Bd.122 (1980) Nr.6. S. 247/48.
115. Honda, F., M. Kimura, S. Ozaki, K. Tamagori, T. Ohmi, u. H. Yoshikawa: Flexible Manufacturing System Complex Provided with Laser. In: Proceedings of 2nd IFAC/IFLP-Symposium. Stuttgart 1979. S.7/11.
116. Stadie, W.: Flexible Fertigungssysteme in Japan. Zwf Bd.75 (1980) Nr.1. S.28/32.
117. Vettin, G.: Automatisierung hebt Produktivität in Japan. VDI-Nachrichten Bd.32(1979) Nr.39. S.17.
118. Shumaker, G.C.: Overview of the U.S. Integrated Computer Aided Manufacturing (ICAM-Programm). In: Proceedings of 2nd IFAC/IFLP-Symposium. Stuttgart 1979, S.1/6.

119. Geriche, E.: Schrittweises Automatisieren in der Fertigung. VDI-Nachrichten Bd.33 (1979) Nr.48. S.2.
120. Haier, U.: Ursachen und Ziele neuer Arbeitsformen in der Produktion aus unternehmerischer Sicht. wt-Z ind. Fertigung. Bd.68(1978) Nr.3. S.125/31.
121. Warnecke, H.-J., u. K.G.Lederer: Neue Arbeitsformen in der Produktion. VDI-Taschenbuch T 52. Düsseldorf. VDI-Verlag 1979.
122. Wiendahl, H.-P., u. H.R. Greim: Technische Investitionsplanung in Zeiten industrieller Umstrukturierung. VDI-Z Bd. 122 (1980) Nr.8. S. 295/301.
- 123.
124. Kranz, E., Wiese, P: Verfahren der Plasmatechnologie. Elektrie 32 (1978) H 4. S.194/199.
125. Wagner L.: Ansatzpunkte und Prinzipiellösung für eine rechnergestützte Angebots- und Auftragsbearbeitung im Maschinenbaubetrieb. Ökonomische Probleme der Produktionsdurchführung. Zur Reaktionsfähigkeit der Betriebe und Kombinate, Karl-Marx-Stadt, 1980, S.24-27.
126. W.Ross Ashby. General Systems as a new Discipline, "General Systems", Vol. III, 1958, p.1+6.
127. Уотермен Т. Теория систем в биологии. М., 1971.
128. Коновалов Е.Г. и др. Ротационная обработка поверхностей с автоматической подачей. Минск, "Вышэйшая школа", 1976.
135. Солодов А.В. Теория информации и ее применение к задачам автоматического управления и контроля. М., Наука, 1967, с. 195-196.
136. Buda, J. Mathematical Logic fomulation in metall cutting theory. Int. Prod. Res. 1973, Vol. 10, No 1.