



Doctoral Thesis

Simulationstechnik für die Analyse und Optimierung des Betriebsverhaltens einer Baumwollspinnerei

Author(s):

Meyer, Urs Andreas

Publication Date:

1993

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000695787> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 10062

Simulationstechnik für die Analyse und Optimierung des Betriebsverhaltens einer Baumwollspinnerei

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

URS ANDREAS MEYER

Dipl. Masch. Ing. ETH

geboren am 8. Oktober 1964

von Hundwil AR und Zürich ZH

Angenommen auf Antrag von

Prof. H. W. Krause, Referent

Prof. H. P. Geering, Korreferent

ADAG Administration & Druck AG

Zürich 1993

Zusammenfassung

Die Entwicklung der Lohnkosten und der wachsende Importdruck aus Billiglohnländern zwingen die Spinnereien in den industrialisierten Ländern zu einer deutlichen Reduktion des Bedieneraufwandes pro kg Garn. Die Automatisierung des Endspinnverfahrens trägt durch bedienerarme oder sogar bedienerlose Schichten und der dadurch möglichen Erhöhung der Jahresbetriebsdauer wesentlich zum Erreichen dieses Ziel bei.

Um das dynamische Verhalten der enggekoppelten Produktionsstufen der Ringspinnerei detailliert untersuchen zu können, wurde der Materialfluss von der Ballenöffnung bis zur Spulerei analysiert und durch ein Materialflussmodell beschrieben. Bei der Formulierung dieses Modells muss die Komplexität des Garnherstellungsprozesses berücksichtigt werden. Dieser umfasst mindestens 7 Produktionsstufen, und im Endspinnbereich treten bis weit über 10'000 unabhängige Produktionsstellen auf. Die insbesondere in automatisierten Anlagen knappen Bedienerreserven erfordern eine detaillierte Analyse des Verhaltens der Bediener und Bedienungsautomaten sowie der teilweise instationären Störungsprozesse. Dieses Materialflussmodell bildet sowohl die Grundlage für eine Materialflussverfolgung wie auch für das implementierte Simulationsmodell. Es umfasst zudem einfache analytische Teilmodelle für die Bedienung von Produktionsstellen in konstanten Kontrollintervallen, für den Fadenansetzautomaten und für die Spulmaschine.

Der aus Flyer, Ringspinn- und Spulmaschinen bestehende Endspinnbereich bestimmt rund 70 % der Spinnkosten und wurde als Simulationsmodell in SIMSCRIPT implementiert. Dieses Modell ermöglicht während des Entwicklungsprozesses die frühzeitige Evaluation des Nutzens von Automatisierungs- und Prozessleitsystemkomponenten und zeigt die Auswirkungen auf die vor- oder nachgeschalteten Produktionsstufen sowie die Maschinenbedienung auf. Dadurch können an die Automatisierung angepasste Bedienungsstrategien und Bedienerunterstützungssysteme ermittelt und verglichen werden. Das Betriebsverhalten wird durch die Animation der Maschinen, Bediener und Transportsysteme plausibel aufgezeigt und kann somit auch von Fachleuten beurteilt und ausgewertet werden, die keine besonderen Simulationskenntnisse besitzen.

Die Untersuchungen des Betriebsverhaltens unter realen Betriebsbedingungen zeigen, dass die schlechteste von einem Fadenbruchautomaten überwachte Ringspinnmaschine im allgemeinen mehr produziert als der Durchschnitt der Maschinen bei manueller Bedienung. Durch diese bessere Maschinenüberwachung kann der mit normaler Bedienerzuteilung beherrschbare Betriebsbereich sowohl bei einer erhöhten Fadenbruchrate wie auch bei einer gestiegenen Wickelneigung deutlich vergrößert werden.

Die günstige Abstufung der Vorgarnspulenblöcke der Ringspinnvorlage hat eine eindeutig stabilisierende Wirkung auf die Produktion und erhöht die Absturzgrenze, d.h. den stabilen Betriebsbereich beträchtlich. Das vorgestellte Bedienerunterstützungssystem erlaubt die Erzeugung und Sicherstellung konstanter Blockwechselabstände, wobei der Bediener für einen bevorstehenden

Blockwechsel aufgerufen wird. Bei der automatisierten Spinnerei kann zudem durch eine geschickte Wahl der Bedienungsstrategie der Absturz verhindert oder zumindest verzögert werden, so dass eine erhöhte Reaktionszeit bzw. maximal beherrschbare Störungsdauer resultiert.

Durch eine Stilllegung des Vorwerks während des Wochenendes können allfällig vorhandene Überkapazitäten genutzt werden und der Bedienungsaufwand reduziert sich. Die Dimensionierung der dafür benötigten Pufferkapazitäten lässt sich durch die Simulation einfach überprüfen und austesten.

Der Verlauf des Aufstartvorganges nach einer bedienerlosen Betriebsphase der Ringspinnmaschinen hängt stark von der angewendeten Bedienungsstrategie ab, die somit einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit bedienerloser Schichten ausübt. Eine günstige Bedienungsstrategie verhindert das Leerlaufen weiterer Vorgarnspulenblöcke und zeichnet sich durch eine gute Beherrschung der jeweils am schlechtesten produzierenden Maschine aus. Eine einfache Überschlagsrechnung zeigt, dass täglich eine bedienerlose Schicht dem bedienerlosen Wochenende weit überlegen ist, wobei eine Überprüfung durch die Simulation dieses Resultat bestätigt.

Summary

Rising labour cost and the growing pressure of imports from countries with low labour cost are forcing the spinning mills in industrial countries to markedly reduce the operating cost per kilogram yarn. The automation of the ring spinning process is contributing essentially to the achievement of this goal by adopting shifts requiring minimal or no personnel effort and the resulting possible increase of the annual operating time.

To explore the dynamic characteristics of the closely linked production stages in detail, the material flow from bale opening to yarn store was analyzed and a material flow model was developed. When defining the model, the complexity of the yarn spinning process has to be taken into consideration. This process encompasses 7 or more production stages, and the number of independent production units occurring in the final spinning process is well over 10'000. The shortness of operating reserves especially in automated plants requires a detailed analysis of the characteristics of both the employee and the operating robot, as well as of the partly non-stationary disturbance processes. This material flow model underlies the tracing of the material flow as well as the implemented simulation model. Moreover, it includes simple analytic partial models for the tending of production units at constant control intervals, for the yarn piecing robot and the winder.

The final spinning process, composed of roving frame, ring spinning machines and winder, determines about 70 % of the production cost and has been implemented as simulation model in SIMSCRIPT. This model facilitates the early evaluation of the benefit of automation and process monitoring systems during the process of development and shows the effects on feeding and consuming production stages as well as on machine operating. Thanks to this, operating strategies and operating support systems can be developed, adjusted to the automation and compared. The operating characteristics are plausibly shown by animation of machines, operating personnel and transport systems and therefore, they can be judged and evaluated even by experts without special knowledge of simulation.

The analysis of the operating characteristics under real operating conditions reveals that the least effective ring spinning machine controlled by a yarn piecing robot is usually producing more than the average machine operated manually. This more efficient machine control allows a significant extension of the operating area that can be controlled by standard operator allocation in case of an increased end break frequency as well as a rising tendency of lap building.

A favourable spacing of the contents of the bobbins blocks contained in the creel of the ring spinning frame clearly has a stabilizing effect on the production and reduces the risk of a crash, i.e. the stable production area is markedly extended. The introduced operator support system is guaranteeing constant block change intervals where the operator is called for a forthcoming change of bobbins. In addition, in the automated spinning mill, a breakdown can be

avoided or at least delayed by an apt choice of the operating strategy from which an increased reaction time - meaning the maximum controllable length of a disturbance - results.

By closing down the spinning preparation section during the weekend, eventually existing over-capacities can be utilized and the operating cost is reduced. The dimensioning of the required buffer capacities can easily be evaluated and tested by simulation.

The response during the recovery phase after an operatorless shift of the ring spinning machine highly depends on the operating strategy applied, which is consequently of crucial influence on the efficiency of shifts with no personnel effort. A beneficial operating strategy is preventing further bobbins from running out and is distinguished by a good control of the machine working least efficiently at the time. A simple estimate proves that one shift a day with no personnel effort is highly preferable to a operatorless weekend and a test by simulation confirms this conclusion.