

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ С КОНВЕЙЕРНОЙ СБОРКОЙ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ

Е.Н. Хоботов

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
Россия, 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5
E-mail: e_khobotov@mail.ru

Ключевые слова: модернизация, выбор оборудования, методы агрегирования, обработка деталей, конвейерная сборка изделий, узлы, агрегаты, дискретное производство.

Аннотация: Предлагаются модели и методы выбора оборудования, предназначенного для модернизации производств, в состав которых может входить несколько производственных подразделений. В подразделениях таких производств изготавливаются комплектующие, а выпускаемая продукция собирается на конвейерах. Рассматриваются также проблемы согласования производительности модернизируемых подразделений.

1. Введение

В последние годы практически во всех сферах деятельности происходит ужесточение конкурентной борьбы и наблюдается значительное сокращение жизненного цикла производимой продукции. Это особенно заметно в автомобилестроительной промышленности, поскольку почти на всех автомобилестроительных заводах, по крайней мере, раз в каждые два - три года производится обновление выпускаемых моделей автомобилей, что в свою очередь требует обновления и модернизации производства, на котором эти модели будут изготавливаться.

При этом следует отметить, что удачный выбор оборудования при модернизации производств позволяет создавать рентабельные и конкурентоспособные производства, а устранение ошибок и просчетов, связанных с неудачным выбором оборудования, уже в процессе работы потребует дополнительно весьма значительных расходов.

Для выбора оборудования отдельных производственных систем и участков были разработаны эффективно работающие методы и модели [1-4]. Однако в тех случаях, когда требуется выбрать оборудование для модернизации подразделений предприятия, использование существующих моделей и методов вызывает весьма значительные затруднения и не всегда позволяет получить даже удовлетворительный результат.

Возникающие затруднения связаны с большой размерностью задачи и сложностью решения проблем по согласованию производительности всех подразделений предприятия. Дело в том, что без согласованной и сбалансированной работы всех подразделений предприятия невозможно создать эффективно действующее производство.

В данном докладе предлагаются идеи и принципы построения моделей и методов выбора оборудования для модернизации подразделений предприятия с конвейерной сборкой изделий. Для сокращения времени выбора оборудования возможно создание алгоритмов, в которых может быть организовано распараллеливание расчетов предлагаемых моделей.

2. Постановка задачи

Рассмотрим постановку задачи выбора оборудования, которая возникает при модернизации подразделений машиностроительных предприятий с конвейерной сборкой выпускаемых изделий. Предполагается, что работа конвейеров предприятия происходит по последовательной схеме.

Будем также предполагать, что работа предприятия производится в соответствии с принципами организации производства, изложенными в работах [5-6], когда комплектующие изготавливаются в производственных подразделениях предприятия специально сформированными группами, принципы формирования которых изложены в пункте 3.

Пусть на предприятии с дискретным характером производства имеется M производственных подразделений, в которых изготавливаются комплектующие, и конвейер для последующей сборки из них партий изделий разных типов. Часть комплектующих закупается на стороне. В l -м подразделении предприятия ($l = 1, \dots, L$) имеется m_j единиц оборудования j -го типа ($j = 1, \dots, \tilde{m}_l$).

Изделия собираются на конвейерах партиями, размеры которых ограничены. Такие ограничения вызваны значительным временем, которое потребуется для изготовления большого количества комплектующих, а также потребностью в наличии больших складов для их хранения, как в подразделениях предприятия, так и на рабочих местах конвейера.

Для любого изготавливаемого изделия известны типы и количество комплектующих его деталей, узлов и агрегатов. Известны времена и последовательность изготовления каждой комплектующей детали для изделия любого типа на всем используемом оборудовании предприятия, а также времена переналадки оборудования для их изготовления.

Подобная информация известна об узлах и агрегатах комплектующих выпускаемые изделия, а также об условиях их производства и наиболее выгодных порядках их сборки. Сборка любой партии изделий начинается после доставки на каждое рабочее место конвейера, как правило, одинакового количества комплектов комплектующих, изготовленных как в цехах предприятия, так и закупленных на стороне.

Пока на конвейере собираются изделия одной партии, в производственных подразделениях предприятия изготавливаются комплектующие для следующей партии. Если будет продолжен выпуск изделий того же типа, то конвейер не переналаживается. В противном случае производится переналадка конвейера на сборку следующей партии изделий другого типа.

В тех случаях, когда у предприятия возникает необходимость внесения изменений в номенклатуру и объемы выпуска производимой продукции, может потребоваться проведение модернизации. Модернизация заключается в приобретении необходимого оборудования и избавлении от ненужного более оборудования в модернизируемом подразделении предприятия. Приобретаемое оборудование выбирается из заданного

множества оборудования, в котором должны быть типы оборудования, позволяющие изготавливать все требуемые типы комплектующих.

Средние размеры партий изделий \bar{N}_l ($l = 1, \dots, L$), которые требуется производить после внесения изменений в номенклатуру и объемы выпуска производимой продукции, в течение интервала времени, составляющего обычно месяц, считаются известными.

Для всех комплектующих деталей, узлов и агрегатов вновь осваиваемых изделий, а также для комплектующих выпускаемых изделий, которые были изменены, должна быть известна вся приведенная выше информация по их изготовлению.

В задаче требуется выбрать необходимое оборудование и избавиться от ненужного более оборудования таким образом, чтобы при выделенных средствах на модернизацию предприятия обновленная производственная программа предприятия могла быть выполнена в течение заданного интервала времени. Приобретаемое для модернизации оборудование следует выбирать таким образом, чтобы производительность смежных подразделений предприятия по изготовлению комплектующих была по возможности согласована. Без этого очень сложно получить эффективно действующее предприятие.

3. Построение «каркасных» расписаний работ

Для выбора оборудования, которое могло бы обеспечить согласованную работу подразделений предприятия предлагается строить «каркасные» расписания [1,4-6] изготовления специально сформированных групп комплектующих. С использованием таких расписаний будет производиться согласование производительности подразделений предприятия.

Идея построения «каркасных» расписаний состоит в формировании из заготовок, используемых для изготовления комплектующих, таких групп, в которых каждая заготовка группы проходит при своей обработке производственные подразделения предприятия в одном порядке. При этом любая заготовка группы может обрабатываться в каждом подразделении предприятия, где она изготавливается, по «своему» технологическому маршруту.

Такие группы рассматриваются как обобщенные детали, производственные подразделения предприятия – как обобщенные станки, а задача построения расписания работ на предприятии – как задача построения расписания обработки обобщенных деталей на обобщенных станках. При построении расписания обработки минимизируется общее время изготовления.

Для построения «каркасных» расписаний с успехом могут использоваться традиционные методы построения расписаний [7-9], поскольку размерность задач при подобном агрегировании значительно снижается.

Диаграмма Гантта, отображающая «каркасное» расписание имеет практически такой же вид, как и расписание обработки деталей в производственном подразделении. Однако в диаграмме Гантта, представляющей «каркасное» расписание, вместо станков по оси ординат откладываются производственные подразделения предприятия (участки, цеха), а вместо времени обработки деталей по каждой из осей абсцисс откладываются времена обработки групп деталей в соответствующих подразделениях.

Поэтому анализ «каркасных» расписаний изготовления комплектующих для выпускаемых изделий позволит судить об эффективности полученного варианта модернизации, об уровне согласования производительности подразделений предприятия по изготовлению комплектующих, о правильности выбора и замены оборудования. Такой анализ позволит осознанно принять решение о завершении или продолжении коррек-

ровки процесса модернизации предприятия и выбора для него наиболее подходящего оборудования.

4. Принципы построения методов выбора оборудования для модернизации подразделений предприятия

Рассмотрим сначала принципы создания методов выбора оборудования для модернизации предприятия с конвейерной сборкой выпускаемых изделий.

Будем считать, что в этом случае все проблемы, связанные с изменениями в ассортиментной политике предприятия, могут быть решены путем модернизации подразделений предприятия. Как уже отмечалось выше, модернизация подразделений заключается в приобретении для них необходимого оборудования и избавлении от ненужного.

На этапе подготовки к процессу выбора оборудования для модернизации предприятия выбираются те подразделения предприятия, для которых следует приобрести дополнительное оборудование, чтобы появилась возможность изготовить все комплектующие для измененной производственной программы. Выбор таких подразделений производится на основе экспертных решений. В выбранные подразделения включается оборудование, на котором могут быть обработаны все комплектующие, которые ранее на предприятии не изготавливались.

После этого для каждого типа выпускаемых и модернизируемых изделий производится корректировка сформированных групп комплектующих для обработки в подразделениях предприятия. Для комплектующих вновь осваиваемых изделий формирование таких групп производится заново.

Затем строится «каркасное» расписание изготовления комплектующих для всех изделий из новой производственной программы предприятия и производится его анализ.

В результате анализа «каркасных» расписаний изготовления комплектующих для сборки изделий из такой программы определяют величины, на которые целесообразно сократить времена изготовления некоторых групп комплектующих, чтобы обновленная производственная программа могла быть изготовлена в течение заданного времени и при этом была обеспечена сбалансированная работа всех подразделений предприятия.

Получение более сбалансированной работы предприятия может быть достигнуто за счет сокращений «простоев» подразделений в ожидании поступления комплектующих на обработку. Такие «простои» подразделений предприятия можно легко определить по построенному «каркасному» расписанию. Отсутствие подобных простоев говорит о сбалансированной работе предприятия, поскольку подразделения предприятия всегда обеспечены работой.

После определения подходящего времени для изготовления выбранных групп комплектующих в выделенных подразделениях с использованием моделей, которые были предложены в работе [4], производится выбор подходящего и исключение ненужного оборудования для этих подразделений.

Затем строится новое «каркасное» расписание и проверяется эффективность проведенной модернизации.

5. Заключение

Идеи агрегирования информации и построения «каркасных» расписаний, предложенные в [10] для построения расписаний работ на уровне предприятий, оказались весьма продуктивными.

С их помощью удалось предложить другую организацию изготовления комплектующих, когда их обработка производится группами, которые формируются по описанным выше принципам. Это позволяет:

- разработать методы построения расписаний обработки комплектующих на уровне предприятий;

- организовать эффективную доставку деталей между производственными подразделениями;

- более эффективно управлять межцеховыми транспортными средствами предприятия;

- детализировать «каркасные» расписания с уровня предприятий до расписаний обработки отдельных деталей на всем используемом оборудовании.

- производить модернизацию производственных предприятий машиностроения с учетом требования о сбалансированной работе подразделений предприятия после модернизации.

Список литературы

1. Хоботов Е.Н. Использование оптимизационно-имитационного подхода для моделирования и проектирования производственных систем. I // Автоматика и телемеханика. 1999. № 8. С. 163-176.
2. Хоботов Е.Н. Использование оптимизационно-имитационного подхода для моделирования и проектирования производственных систем. II // Автоматика и телемеханика. 1999. № 9. С. 154-161.
3. Khobotov E.N. The Use of Optimization-simulation Approach in Problems of Manufacturing Systems Reengineering // Dynamics of non-homogeneous systems: Proceedings of ISA RAS. 2001. No. 4. P. 51-59.
4. Павлов К.С., Хоботов Е. Н. Модели выбора и замены оборудования в производственных системах машиностроительных предприятий // Автоматика и телемеханика. 2015. № 2. С. 125-140.
5. Хоботов Е.Н., Ермолова М.А., Дудников Е.Е. Система планирования работ для машиностроительного предприятия с конвейерной сборкой изделий // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2017. № 5. С. 72-78.
6. Хоботов Е.Н., Ермолова М.А. Построение расписаний работ на предприятиях с конвейерной сборкой готовой продукции // IX Московская международная конференция по исследованию операций (ORM2018), Москва, 22-27 октября 2018 г. С. 170-175.
7. Bruker P. Scheduling Algorithms. Leipzig: Springer, 2007. 371 p.
8. Jain A.S., Meeran S. Theory and Methodology. Deterministic job-shop scheduling: Past, present and future // Eur. J. Oper. Res. 1999. No. 112. P. 390-434.
9. Зак Ю.А. Прикладные задачи теории расписаний и маршрутизации перевозок. М.: Либроком, 2011.
10. Хоботов Е.Н. О некоторых моделях и методах решения задач планирования в дискретных производственных системах // Автоматика и телемеханика. 2007. № 12. С. 85-100.