



УДК 67.02

И.В. Горлов, Е.В. Полетаева
ФГБОУ ВО «Тверской государственный
технический университет»
г. Тверь, Российская Федерация
E-mail: gorloviv@yandex.ru

М.Г. Рахутин
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»
г. Москва, Российская Федерация
Дата поступления 28.04.2018

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТОРФЯНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация

Машиностроительное производство в настоящее время развивается в нестабильной внешней среде, когда объём производства сокращается, а для загрузки производственных мощностей приходится искать дополнительные заказы зачастую в непрофильных для данного предприятия направлениях. Особенно это актуально для торфяного машиностроения. Из-за падения добычи торфа заказы на производство торфяных машин сократился почти до нуля, что не позволяет использовать традиционные серийные технологии. При переходе к единичным технологиям растут затраты на производство и как правило снижается качество продукции, что приводит к снижению конкурентоспособности. В такой ситуации необходимо внедрение многономенклатурного производства на основе групповых технологий, что требует применения гибких производственных систем (ГПС), обладающих широкими технологическими возможностями и обеспечивающих быструю переналадку при переходе к изготовлению новой детали.

Ключевые слова: торфяные машины; многономенклатурное производство; групповые технологии; гибкие производственные системы.

Введение

В настоящее время машиностроительное производство нашей страны функционирует в условиях нестабильности, когда объёмы изготовления традиционных изделий сокращаются, что приводит к значительному изменению производственной программы. Особенно это характерно для торфяного машиностроения, где производство торфяного оборудования почти полностью остановилось, и профильные предприятия были вынуждены перейти к изготовлению строительных, дорожных, сельскохозяйственных и других машин. В таких условиях соотношение между различными видами машиностроительной продукции кардинально изменяется во времени, и как следствие это требует применения многономенклатурного производства на основе групповых технологий [5-7]. Для перехода к такому способу производства требуется

глобальное техническое перевооружение, основанное на применении станков с числовым программным управлением (ЧПУ) [8]. Такой подход позволяет решать проблемы нестабильности производственного цикла. Многономенклатурное мелкосерийное производство имеет ряд особенностей, без учета которых невозможно добиться требуемой эффективности. Высокая вариативность большинства производственных задач, их сложность и значительная степень концентрации операций, выполняемых вручную, а также высокая трудоемкость технологической подготовки производства приводит к снижению эффективности изготовления машин. Такие особенности ранее не учитывались при реализации производственных процессов на соответствующем технологическом уровне, что не позволяло применять средства автоматизации на всех этапах производства.

Оборудование в многономенклатурном производстве

Всё большее применение оборудования с ЧПУ расширяет круг выполняемых производственных задач, связанных с изготовлением, хранением, загрузкой, контролем и транспортированием изделий, но, к сожалению, типовых решений бывает не всегда достаточно для необходимой эффективности многономенклатурного производства. Для формирования требований к станкам, применяемым в многономенклатурном производстве необходимо провести анализ основных этапов технологического процесса изготовления деталей с точки зрения максимально возможного использования программных систем управления.

При невысокой серийности штучные заготовки чаще всего изготавливают из сортового проката. Так как большинство заготовительных операций достаточно трудоемки и сложны с точки зрения автоматизации, их часто выносятся за пределы ГПС.

При подготовке технологических баз для деталей типа «вал» в серийном производстве используются фрезерно-центровальные станки с механическими системами управления, и при переходе к выпуску новой детали требуется трудоемкая переналадка. Поэтому данное оборудование не используется в мелкосерийном производстве.

В последнее время стали появляться фрезерно-центровальные станки с числовым программным управлением, которые обладают унифицированными механизированными одно- и многоместными установочными приспособлениями [9]. Эти приспособления позволяют без существенных дополнительных затрат проводить обработку однотипных заготовок установленного типоразмера. Например, фрезерно-центровальный обточной станок с ЧПУ NPF120N. Данный станок используется для двухсторонней обработки торцов, сверления центровых отверстий и обтачивания цилиндрических крайних поверхностей (длиной до 50 мм) деталей типа «вал» различной конструкции с автоматической или ручной загрузкой заготовок (рисунок 1).



Рисунок 1. Общий вид фрезерно-центровального обточного станка с ЧПУ NPF120N

Управление перемещениями основных рабочих органов станка происходит с помощью системы ЧПУ, следовательно, время для переналадки при переходе к следующей партии деталей уменьшается в несколько раз. Данный станок может подключаться к локальным промышленным сетям, что обеспечивает возможность встраивания в ГПС.

На следующем этапе производства выполняется токарная обработка. При относительно невысоком объеме производства выгодно использовать подход, основанный на концентрации обработки на одной операции. Такой подход может быть реализован с помощью многоцелевых станков с ЧПУ, обладающих широкими технологическими возможностями. Например, при изготовлении деталей типа тел вращения лучше использовать обрабатывающие центры на основе станков токарной группы, таких как TC1720Ф4 (рисунок 2) [10, 11].



Рисунок 2. Обрабатывающий центр TC1720Ф4

Данный токарный обрабатывающий центр является многофункциональным устройством, позволяющим выполнять не только различную токарную обработку, но и сверление, фрезерование поверхностей,

расположенных в разных плоскостях деталей – тел вращения. Важнейшим преимуществом таких обрабатывающих центров является повышенная производительность, которая связана со значительным сокращением времени на выполнение вспомогательных переходов. При этом, в общем времени обработки деталей, доля приходящаяся на переустановку и закрепление заготовок существенно сокращается. Основой многоцелевых возможностей таких обрабатывающих центров является многофункциональная револьверная головка, в которую устанавливаются различные инструменты, в том числе и приводные [12]. Это позволяет выполнять точение, сверление, нарезание резьбы, обработку расположенных в разных плоскостях отверстий, а также фрезерование. Использование такого оборудования позволяет существенно сократить, или полностью отказаться от фрезерных операций.

Однако, если используется групповая технология и загрузка оборудования возрастает, то для выполнения требуемой программы выпуска необходимо приобретать дополнительные станки. Это может быть такой же обрабатывающий центр, но стоимость его достаточно велика, а обеспечить все технологические возможности фрезерного станка он не может. Поэтому для большего по объёму производства используется другой подход, основанный на декомпозиции обработки. За каждым станком закрепляется определённый набор операций, при этом не требуется высоких технологических возможностей, характерных для другого типа оборудования, но расширяются возможности связанные с конкретной операцией. Например, использование вертикально-фрезерного обрабатывающего центра ФС85МФ3 позволяет выполнять многоинструментальную фрезерную обработку сложных криволинейных поверхностей (рисунок 3).



Рисунок 3. Обрабатывающий центр ФС85МФ3

Данный обрабатывающий центр позволяет вести сразу несколько видов обработки в одном рабочем цикле: фрезерование, сверление, растачивание, резьбонарезание и многое другое. Станок ФС85МФ3 обеспечивает высокую скорость обработки, точность позиционирования и надежность, что делает его отличным инструментом для серийного производства.

Если в группе деталей имеются валы-шестерни, то для обработки зубчатого контура эффективней использовать зубообрабатывающие станки с ЧПУ. Например, такие как, зубофрезерный станок с ЧПУ 53С11ВФ5 (рисунок 4).



Рисунок 4. Зубофрезерный станок с ЧПУ 53С11ВФ5

Универсальный зубофрезерный станок с ЧПУ модели 53С11ВФ5 предназначен для обработки цилиндрических и червячных зубчатых колес в условиях единичного или серийного производства. Фрезерование цилиндрических зубчатых колес осуществляется червячной модульной фрезой мето-

дом обката или дисковой модульной фрезой с использованием метода копирования с единичным делением. При нарезании червячных колес обработка происходит с помощью червячной фрезы радиальным врезанием или с использованием тангенциальной подачи.

В том случае если объём зубофрезерных операций небольшой, то зубчатые

венцы можно обрабатывать методом копирования на фрезерном станке с использованием цифровой делительной головки.

Для выполнения отделочных операций в условиях многономенклатурного производства необходимо использовать круглошлифовальные станки с ЧПУ, такие как RSM 500 CNC (рисунок 5).



Рисунок 5. Круглошлифовальный станок с ЧПУ RSM 500 CNC

Назначение данных станков – обработка методом шлифования как наружных цилиндрических или конических, так и профильных поверхностей деталей. Данные станки могут быть использованы в мелкосерийном производстве. Также на станках можно устанавливать специальные устройства для внутреннего шлифования. Обработка может проводиться как с врезным, так и продольным шлифованием последовательно нескольких поверхностей.

При реализации групповой обработки деталей необходимо учитывать общую загрузку станков и по возможности организовывать производство с закреплением отдельных станков за черновой и чистовой обработкой. Это позволит обеспечивать стабильно высокое качество изготовления

на протяжении длительного интервала эксплуатации.

Оснастка в многономенклатурном производстве

Для обеспечения требуемой гибкости лучше применять унифицированные групповые приспособления, которые позволяют устанавливать детали группы на технологическое оборудование без значительной переналадки. При обработке деталей типа «вал» в качестве основных приспособлений в большинстве случаев используют самоцентрирующие механизированные патроны, центровые приспособления, призмы различных конструкций, делительные головки с компьютерным управлением. В групповых приспособлениях необходимо предусматривать устройства для автомати-

ческой переналадки в зависимости от конкретной детали, что позволяет без участия оператора изменять настраиваемые параметры технологической оснастки. Такой подход может быть реализован при идентификации деталей. В промышленности все чаще встречаются технологии идентификации объектов на основе RFID-меток, что обеспечивает сокращение количества ручных операций при переналадке технологического оборудования и снимает вопросы о размерах партий деталей, а также порядке их запуска. Такие технологии обеспечивают автономную (вне технологического оборудования) настройку режущего инструмента, установку, а также выверку заготовок и отладку станочной оснастки. Использование таких технологий позволяет по-новому подходить к автоматизации многономенклатурного производства.

Однако применение такого подхода для подготовки технологической оснастки не всегда может быть возможно и обосновано, следовательно, проблема переналадки остается значимой. Отчасти эта проблема может быть решена с помощью фрезерно-центровальных обточных станков с ЧПУ, так как в этом случае при подготовке технологических баз ведется также обработка цилиндрических концов деталей, что в большинстве случаев позволяет использовать их в качестве базовых поверхностей на последующих операциях. Кроме того, закрепление детали на обработанные с одной установки цилиндрические поверхности, имеющие несущественные отклонения расположения относительно центровых отверстий снижают погрешности установки на последующих операциях. Таким образом, появляется возможность проведения последующей черновой обработки оставшихся поверхностей без переустановки, что позволяет сократить количество необходимых операций и, следовательно, повышает эффективность производства.

Для деталей типа «вал» в условиях группового производства в качестве основных станочных приспособлений на различных операциях предпочтительно использовать самоцентрирующие механизированные патроны и центры, которые можно устанавливать не только на токарные и

круглошлифовальные станки, но и на цифровые делительные головки, установленные на столах фрезерных станков с ЧПУ.

Цифровые делительные головки позволяют существенно расширить возможности фрезерных станков с ЧПУ. При установке на цифровые делительные головки появляется возможность обработки различных поверхностей деталей без дополнительной переустановки с высокой точностью взаимного расположения. Кроме того, достигается единство использования технологических баз, что позволяет уменьшить межоперационные припуски и повысить точность обработки. В качестве такой технологической оснастки можно использовать цифровую делительную головку RSM 100 (рисунок 6).



Рисунок 6. Цифровая делительная головка RSM 100

Использование такого подхода позволяет сократить номенклатуру станочных приспособлений и сократить затраты на переналадку при переходе к производству следующей партии деталей. Так как ход кулачков большинства патронов превышает 20 мм, то в них можно устанавливать заготовки с большим диапазоном диаметров, что позволит проводить обработку значительной номенклатуры деталей типа «вал» без смены установочных приспособлений.

Заключение

Машиностроение в настоящее время развивается в условиях сокращения объемов и расширения номенклатуры изделий, что вызывает дополнительные затруднения в организации производства. Для повыше-

ния производительности изготовления изделий и улучшения их качества необходимо применение групповых технологий на основе ГПС, что обеспечит необходимое качество многономенклатурного производства и потребует перехода его на новый более высокий уровень. При этом необходимо учитывать особенности многономенклатурных технологий, а именно: возрастание значения ГПС вследствие большой вариативности производственных задач; применение станков с ЧПУ, обладающих значительной гибкостью; использования быстропереналаживаемой групповой технологической оснастки, отвечающей современным требованиям многономенклатурного производства, что обеспечит снижение объема ручных операций в процессе переналадки при переходе к производству новой партии деталей; отказ от применения в автоматизированных системах планирования производства подхода «оптимальной» серийности для уменьшения количества и трудоёмкости переналадок оборудования, что обеспечит решение проблемы повышения эффективности производства. Еще одним необходимым фактором повышения эффективности многономенклатурного производства является широкое применение систем автоматизированного проектирования, которые позволяют значительно снизить затраты на производство и сократить время на внедрение новых технологий [13-15]. Использование групповых технологий в многономенклатурном производстве и применение станков с ЧПУ позволит освоить выпуск широкой гаммы торфяных, строительно-дорожных, сельскохозяйственных и других машин на высоком технологическом уровне с требуемым качеством и конкурентными ценами.

Библиографический список

1. Горлов И.В., Полетаева Е.В., Рахутин М.Г. Использование групповых технологий при производстве и ремонте торфяных машин // Механическое оборудование металлургических заводов. 2017. №2 (9). С.22-26.
2. С. Синго. Быстрая переналадка. Революционная технология оптимизации

производства. Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций». Перевод с

английского под ред. Ю.Адлера. Москва, ЦентрОргПром. 2006. 343 с.

3. Мартынов Р.С. Сокращение времени переналадки оборудования как фактор повышения эффективности использования материальных ресурсов на предприятии // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2011. С. 87-90/
4. Куприянова Т.М., Растимешин В.Е. Реализация технологии быстрой переналадки: российский опыт info@tpmcenter.ru
5. Горлов И.В., Полетаева Е.В., Осипов В.С. Разработка группового технологического процесса для деталей типа «вал» // Вестник Тверского государственного технического университета. Тверь. 2016. № 1 (29). С. 35–40.
6. Новоселецкий Б.В., Редько Р.Г., Редько О.И. Особенности технологии обработки деталей типа тел вращения на гибких автоматизированных линиях // Луцкий национальный технический университет. Луцк. 2014. № 47. С. 125-130.
7. Аскалонова Т.А., Леонов С.Л., Ситников А.А. Организация групповой технологии в гибких производственных системах // Вестник современных технологий. Севастополь. 2016. №1 (1). Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет. С. 4 – 9.
8. Мещерякова В. Б, Стародубов В. С. Металлорежущие станки с ЧПУ Сер. Бакалавриат: учебное пособие. Москва. Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2015. 336 с.
9. Сивцев Н.С. Приспособления для многооперационных станков с ЧПУ: учебное пособие для студентов вузов: в 2-х частях Редактор: И. В. Ганеева. -

- Том. Часть 1. Системы переналаживаемых приспособлений. Ижевск. Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, 2014. 96 с.
10. Пушинин В. Н., Ерохин И. А., Корнев Д. Ю., Скиба В. Ю. Станочное оборудование, основанное на компенсировании нескольких технологических операций // Актуальные проблемы в машиностроении. Новосибирск. 2014. № 1. С. 245 – 255.
 11. Звягина Е.А., Миронов А. Оптимизация процесса механической обработки детали на основе применения быстропереналаживаемого технологического оборудования // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях Сборник научных трудов 4-ой Международной научно-практической конференции: в 3-х томах. ответственный редактор Горохов А.А.. Издательство: Закрытое акционерное общество "Университетская книга" (Курск), 2014. С. 224 – 229.
 12. Бережной С.Б., Чумак П.В., Чумак И.А. Типы инструментальных магазинов многоцелевых станочных комплексов // В сборнике научных статей VI международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 55-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ им. А.К. Серова. Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский Дом - Юг" (Краснодар), 2016. С. 323 – 327.
 13. Бухалков М. И., Кузьмин М. А., Павлов В.В. Особенности проектирования и организации группового производства в машиностроении // Организатор производства. Воронежский государственный технический университет. Воронеж. 2010. Том: 47 № 4 С. 27-32.
 14. Литовка, Ю.В. Автоматизация технологической подготовки производства // Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2003. 33 с.
 15. Чижов М.И., Бредихин А.В. Разработка подхода к автоматизации технологической подготовки производства в PLM системе Teamcenter // Вестник Воронежского государственного технического университета. Воронеж. 2011. Т. 7, № 12–1. С. 24–26.

Information about the paper in English

I.V. Gorlov, E.V. Poletaeva

Tver State Technical University, Tver, Russia

M.G. Rakhutin

The National University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russia

E-mail: shishkarevm@mail.ru

Received 28.04.2018

PROCESS EQUIPMENT, WHEN MANUFACTURING PEAT MACHINES AT A MULTIPRODUCT PLANT

Abstract

Currently, the machine industry is under development in non-steady external environment, when the production volume decreases, and to ensure utilization of facilities, you have to search for additional orders in areas, which are non-core for the plant. It is especially relevant for peat machinery. As a result of a decreased peat output, orders for peat machines went down almost to zero; thus, conventional mass production techniques cannot be used. When transferring to single-piece production, production costs increase and, as a rule, its quality decreases, entailing decreased competitiveness. In such a case, it is required to introduce manufacturing of a wide range of products by applying batch techniques [1], using flexible manufacturing systems (FMS) with wide processing capabilities ensuring a quick change-over, when transferring to production of a new part [2-4].

Keywords: peat machines, multiproduct plant, batch techniques, flexible manufacturing systems
