

УДК 67.02

Проектирование технологии сборки летательного аппарата на основе ориентированных гиперграфов ограничений с учетом грузооборота производственного участка

Круглов Павел Владимирович^(*) kpv17@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Предложен способ выбора варианта последовательности сборки летательного аппарата на основе учета грузооборота производственного участка. Последовательность сборки проектируется с учетом гиперграфа ограничений, накладываемых на возможность сборки изделия из отдельных деталей. В модели учитывается ряд характеристик производственной системы, таких как расстояние между рабочими местами, масса перемещаемых деталей. Рассмотрен вариант проектирования технологии сборки для конкретного летательного аппарата.

Ключевые слова: автоматизация проектирования сборки, грузооборот производственного участка, ориентированный гиперграф

Введение. Одной из проблем при проектировании сборочных технологических процессов изделий машиностроения является выбор последовательности сборки изделия. На выбор последовательности, или маршрута сборки, влияют такие факторы как требования к контролю и испытаниям, наличие типовых технологических процессов, регламентированная последовательность определенных операций [1, 2]. Для решения вопросов разработки конструкции и технологии используются методы математического моделирования [3–5]. С точки зрения автоматизации проектирования технологического процесса проблемой является многовариантность сборочной технологии. Так, для узла или изделия с числом деталей $n = 15$ число вариантов составит $n! = 1,3 \cdot E + 12$, что делает невозможным машинный анализ и выбор рационального варианта. Целью данной работы является поиск способа обоснованного выбора варианта сборочной последовательности.

Материалы и методы; результаты. В предыдущих работах [1, 2] предложена методика генерации вариантов технологических процессов сборки на основе ориентированных гиперграфов ограничений. В ее основе положено использование гиперграфов для описания ограничений разного характера (конструктивного, технологического), не позволяющих выполнить совместную сборку пары деталей. Формулируя ограничения, удастся существенно сократить число рассматриваемых вариантов сборки.

Для выбора варианта сборочной технологии предлагается в качестве критерия использовать грузооборот по участку, учитывающий вес деталей и перемещение собираемого изделия вдоль производственной линии в условиях

серийного производства. Из множества вариантов сборочной технологии выбирается та, которая обеспечивает минимальный грузооборот по участку.

В модели учитываются масса деталей, расстояния между рабочими местами, протяженность сборочного рабочего места и участка. Для конкретного кумулятивного заряда рассчитаны варианты технологии сборки на основе гиперграфов ограничений, обеспечивающие возможность выполнения сборки.

Заключение. Для различных вариантов технологии рассчитаны величины грузооборотов по участку и предложен вариант технологии сборки, обеспечивающий минимальный грузооборот. Данная модель может быть дополнена другими критериями выбора варианта сборки.

Список источников

- [1] Круглов П.В., Болотина И.А. Применение ориентированных гиперграфов ограничений при проектировании технологии изготовления высокоточных конструкций. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2016, № 5 (53), с. 4. <http://doi.org/10.18698/2308-6033-2016-05-1494>
- [2] Лушкин А.А., Круглов П.В., Болотина И.А. Совершенствование методического обеспечения для проектирования технологического процесса узловой сборки летательных аппаратов на основе применения гиперграфов ограничений. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2023, № 11 (764), с. 45–52. <http://doi.org/10.18698/0536-1044-2023-11-45-52>
- [3] Круглов П.В., Колпаков В.И., Болотина И.А. Моделирование процесса создания высокоскоростных удлиненных элементов с изменяемой формой. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2019, № 12 (96). <http://doi.org/10.18698/2308-6033-2019-12-1937>
- [4] Круглов П.В., Колпаков В.И., Болотина И.А. Особенности процесса создания компактных элементов изменяемой формы из металлических облицовок. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2019, № 11 (95). <http://doi.org/10.18698/2308-6033-2019-11-1929>
- [5] Круглов П.В., Ханин В.В. Оценка технологических возможностей сварки патрубков в днища изделий ракетно-космической техники фрикционной сваркой. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2012, № 7, с. 67–71.