

Паглыбленае даследаванне ўласцівасцей пераходу  $A_0A_k$  з гарманічным законам руху засаўкі дазваляе ўстанавіць яго цікавую асаблівасць: левая палова  $OA_k$  валодае ледзь не ўдвая большай прапускання здольнасцю, чым правая.

У момант часу  $t = t_1$ , калі крывашып павернецца на вугал  $\pi$ , адкрыты ўвесь пераход, далей яго прапусканная здольнасць вызначаецца формулай (1). Але калі крывашып без спынення працягне рух, то пераход пачне закрывацца. Працягласць закрывання  $t_1$  і аб'ём перамяшчаемага за гэты час рэчыва  $V$  такі ж, як і пры адкрыванні.

**Заклучэнне.** Параўноўваючы прапусканныя характарыстыкі (3), (4), (5) з эталоннай (1) і паміж сабою, устаўляем, што яны істотна залежаць ад законаў руху засавак. Але, у прыватнасці, пры раўнамерным і гарманічным руху названыя ўласцівасці не адрозніваюцца. Распрацаваная тут агульная метадыка даследавання прапусканных здольнасцей зменных у часе пераходаў дазваляе даследаваць і іншыя варыянты пераходных устройстваў.

УДК 004.051

Е. В. Соловей, В. В. Гаранович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

**Введение.** В наше время системы автоматизированного проектирования (далее — САПР) используются в различных отраслях инженерной деятельности: строительстве, машиностроении, авиастроении, архитектуре, картографии, бытовой электротехнике и др. Данные системы позволяют не только проектировать чертежи, минимизируя ошибки проектирования, но и моделировать детали в трехмерном изображении, рассмотреть и анализировать процессы сборки, требуемые формы и т. п. Эти функции делает процесс разработки и создания деталей гарантированно быстрее и качественнее, а выпускаемую продукцию не только качественнее, но и дешевле. Стоит отметить, что жизненный цикл программного обеспечения имеет цикличность, разрабатываются новые версии САПР с более широким функционалом, ориентированные на потребности современного инженера и производства. Приоритетным направлением на текущий момент является реализация использования САПР в сетях и возможность осуществления групповой работы над одним проектом. В перспективе видим возможность подключения системы анализа работы над проектом не как отдельно взятого модуля, а как постоянного сопровождения процесса проектирования.

**Основная часть.** Основными требованиями к промышленному производству являются улучшение качества изготавливаемой продукции, рациональное использование сырья, снижение стоимости продукции и скорость выхода продукта на рынок. Без внедрения современных информационных технологий в машиностроение высокого результата добиться невозможно, этим обуславливается целесообразность использования САПР, конструктивно-технологической подготовки производства и инженерного анализа на всех этапах деятельности инженерного состава любого предприятия. Необходимым арсеналом функций создания, ведения и реализации технической документации на предприятии обладают САПР. Инженеру не приходится вычерчивать линии, цифры и буквы, стараясь правильно соблюсти ГОСТ; САПР сами предлагают шрифты, соответствующие ГОСТ.

Основными задачами САПР являются:

- 1) эффективность, включающая в себя следующие критерии:
  - скорость выполнения чертежей, позволяющая значительно ускорить процесс проектирования в несколько раз, с четко обозначенными сроками выполнения работ;
  - точность выполнения чертежей не зависит от толщины и качества грифеля карандашей, все чертежи, построенные САПР, имеют максимально маленькие погрешности (точность 0,01—0,0001 мм);
  - качество выполнения чертежей напрямую зависит от конструктора, поскольку САПР рисует линии и тексты по заложенным стандартам, все линии можно добавлять, убирать, переносить и редактировать без всяческих следов, в итоге получается качественный чертеж;
  - многократное использование чертежа позволяет организовывать библиотеки пользователя и неоднократно пользоваться сохраненными разработками в режиме монопольной работы и в сетевом режиме;
  - специально разработанный функционал для процесса проектирования имеет следующие чертежные возможности: копирование, изменение масштаба, повороты, приближение чертежа при работе и т. п.;
  - выполнение анализа разработанного проекта и осуществление расчетов основных технических показателей позволяют осуществлять эксперименты над созданными моделями и значительно ускоряют запуск разработки в массовое производство, минуя огромное количество ошибочных вариаций;
  - высокий уровень проектирования осуществляет разработку и проектирование деталей нестандартной формы и размеров;

2) удобство, позволяющее наиболее эффективно отдавать и получать информацию от конструктора к машинам и машины к разработчикам и обеспечивающее более быструю и качественную и слаженную работу всего проектного состава;

3) улучшение и максимальное использование имеющихся систем при наличии универсального и открытого программного обеспечения.

Переход на использование САПР стал переломным в машиностроении и дал возможность сократить затраты на проектирование деталей и их тестирование. Разработчикам уже не требуется покидать рабочие места в целях передачи чертежа коллегам. САПР занимается основной частью всех оформляемых документов, которые требуются для инженерной деятельности, и помогает принимать решения по возможным вариантам производства деталей. Раньше копировать чертежи было проблематично, что затрудняло распространение чертежей и решение совместных проблем между сотрудниками одного предприятия или между предприятиями, последние версии САПР позволяют осуществлять совместную работу нескольких десятков инженеров над различными машинами и механизмами, причём каждый из которых занимается разработкой отдельной детали большого проекта. Чтобы проверить, насколько детали совместимы друг с другом, инженеры должны просматривать разработанные чертежи своих коллег и собирать и видеть общую картину результата проектирования. С внедрением САПР в машиностроение проектировщикам, инженерам и технологам теперь не приходится все время собираться, изучать и анализировать готовые чертежи и 3D-модели, поскольку инженеры получили возможность свободного, но санкционированного доступа к проектируемым деталям не только на рабочем месте, но и дома, в пути, в командировке и т. п. Таким образом, можно говорить о возможности осуществлять проектную работу в удалённом режиме. Позже, отправляя свои наработки посредством Сети в компанию, инженеры отчитываются о проделанном объёме выполненных заданий, а экономия рабочего времени сократилась с нескольких дней до несколько минут.

Чертежи, спроектированные САПР, хранятся в электронном виде, это позволяет легко копировать работы, делиться ими, а также хранить в библиотеках. Имея резервные копии, можно не опасаться утери наработанного материала из-за различных непредвиденных случаев.

Проведение испытаний отдельно взятого узла или модели целиком САПР способна заменить математическими вычислениями с минимально возможными погрешностями в расчетах и наглядно рассчитать и доказать, насколько состоятельна испытываемая разработка, определить «тонкие и слабые» стороны, что значительно ускоряет процесс тестирования и подбора необходимых оптимальных параметров разработки, а также снижает затраты средств на производство разрабатываемой детали.

По степени автоматизации управляющих функций выделяются уровни управления проектированием:

- компонентный — необходимо знать специфические особенности конкретной программы, настроить интерфейсы используемых программ;
- ресурсный — необходимо оперировать программами при компиляции маршрута проектирования, но специфика каждой программы скрыта в силу унифицированного подхода при проектировании;
- задачный — необходимо уметь составлять маршрут проектирования не из отдельных программ, а из отдельных проектных процедур;
- проблемный — формулирует задания в форме «что необходимо реализовать», т. е. определять проектную проблему.

Возможности современных САПР позволяют инженеру не держать в голове представление детали до завершения процесса изготовления, а видеть разрабатываемую деталь трехмерной модели на каждом этапе проектирования. САПР помогает определить последовательность процесса изготовления детали, какие инструменты рациональнее использовать, какие штампы и пресс-формы имеет смысл применять, что значительно снижает шанс выпускаемого брака разрабатываемой детали. Процедуры параметрического синтеза в САПР могут быть реализованы: инженером в процессе многовариантного анализа (в интерактивном режиме); на базе формальных методов оптимизации (в автоматическом режиме) [1, с. 127].

Реально функционирующие в современных САПР системы с базами знаний чаще всего относят к классу экспертных систем, позволяющих синтезировать имеющуюся информацию.

**Заключение.** Использование САПР в машиностроении позволяет исключить ошибки в расчётах и свести погрешности на чертежах к минимуму. Дальнейшее развитие САПР имеет огромный потенциал, например, добавив функцию сопроводительного анализа процесса проектирования в САПР, возникла бы возможность не только выполнять расчеты а автоматизированном режиме, но и предоставлять помощь разработчикам по подбору материала, который оптимальным образом подходит для производства детали как составной части задуманной конструкции или механизма из имеющихся библиотек, баз, банков или хранилищ данных. Считаем перспективным направление развития САПР в тандеме с программами, созданными на базе систем искусственного интеллекта, такими как системы поддержки принятия решений, экспертные системы, системы интеллектуального анализа данных.

#### Список цитируемых источников

1. Чичварин, Н. В. Экспертные компоненты САПР / Н. В. Чичварин. — М. : Машиностроение, 2014. — 240 с.