

Рис. 4

Полученные результаты свидетельствуют о том, что плёнка жидкости на поверхности тела уменьшает напряжение трения, а, следовательно, и коэффициент сопротивления трения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа — М.: Наука, 1973. — 847 с.

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ «БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА»

© 2012 Кокарева В. В., Малыхин А. Н., Смелов В. Г.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

© 2012 Kokareva V.V., Malykhin A.N., Smelov V.G.

## SIMULATION OF MANUFACTURING PROCESSES WITHIN THE CONCEPT OF "LEAN PRODUCTION"

In this article we propose to use virtual model of manufacturing to reduce all production expenses by using the digital models both the products and all means of production, manufacturing and logistics processes. It allows the production manager to access information about the product and planning production with optimization of all the resources and the processes, integrating data with suppliers at the earliest stage of design.

Современные предприятия таких отраслей промышленности, как автомобилестроение, нефтегазовое дело, авиационно-космическая и оборонная промышленность, машиностроение, высокие технологии и электроника должны непрерывно применять цифровые модели в процессе проектирования и эксплуатации производственных систем для оптимизации процессов деятельности этих предприятий. Сегодня для выпуска высококонкурентной продукции предприятиям не избежать создания детальных 3D-планировок произво-

дственных линий, цехов и заводов, а также имитационного моделирования.

Крайне важно определить в самом начале цикла разработки, имеются ли производственные возможности для производства данного изделия: различные внутренние ресурсы, профессиональные

навыки персонала для выполнения определенных задач, технологии и оборудование, используемые при создании изделия, производственные мощности. Исходя из этих возможностей компаниям необходимо учесть существующие ограничения до запуска нового изделия или новой технологии в производство.

Основная цель Бережливого производства заключается в сокращении всех видов непроизводительных затрат. Те же цели преследует и технология Цифрового производства.

Предлагаемая концепция e-Manufacturing — это отображение в виде цифровых моделей не только самих изделий (например, в виде двумерных или трёхмерных САД-чертежей), но и всех средств производства, а также производственных и логистических процессы. Например, моделирование

производственной структуры предприятия можно осуществить с помощью таких моделей: объекты, предназначенные для обработки подвижных объектов, подвижные объекты, объекты для информационного обеспечения модели (переменные, таблицы, генераторы событий, интерфейсы обмена данными, методы для обработки событий), объекты для представления данных (графики, диаграммы). При этом все объекты обладают набором параметров (например, время операции) и поведением, подвижные объекты перемещаются по созданной структуре, генерируя события в моменты времени, определяемые параметрами объектов. Для оценки работы системы могут использоваться аналитические инструменты: анализатор узких мест, диаграмма Ганта, диаграмма Сэнки и др.

могут включать кинематические приспособления, инструмент и манипуляторы. Эти и другие процессы могут симулироваться в единой среде, что позволяет создавать цифровые макеты целых производственных зон или ячеек.

Исходные данные для моделирования (геометрия изделия, оснастки, оборудования) обеспечиваются САПР. Для этого имеется возможность импорта данных из основных промышленных САПР, в том числе Catia, NX, Pro/Engineer, а также трансляции данных из нейтральных форматов, таких как IGES, DXF, VDAFS, SET, SLT, STEP, JT.

При этом обеспечивается информационная интеграция всех видов деятельности, которые связаны с подготовкой и реализацией процесса производства. Сами люди, участвующие в этой деятельности, получают возможность наблюдать статические объекты или динамические процессы, как правило, в виде трёхмерных изображений, создаваемых с помощью методов виртуальной реальности.

В результате на предприятии, внедрившем концепцию e-Manufacturing, можно встретить очень разные виды имитационных моделей, как, например, модели систем транспортировки грузов по территории предприятия с помощью мобильных средств (погрузчиков, трейлеров и т. п.); сборочные конвейеры; модели складских процессов (приём грузов, перемещение грузов в зоны хранения и обратно, отбор, комплектация, упаковка и отправка грузов); и др., в т.ч. внешняя логистика предприятия (цепи поставок).

Сутью моделируемых процессов в таких моделях является перемещение во времени и в пространстве, как правило, большого количества объектов, образующих в совокупности некие «потoki».

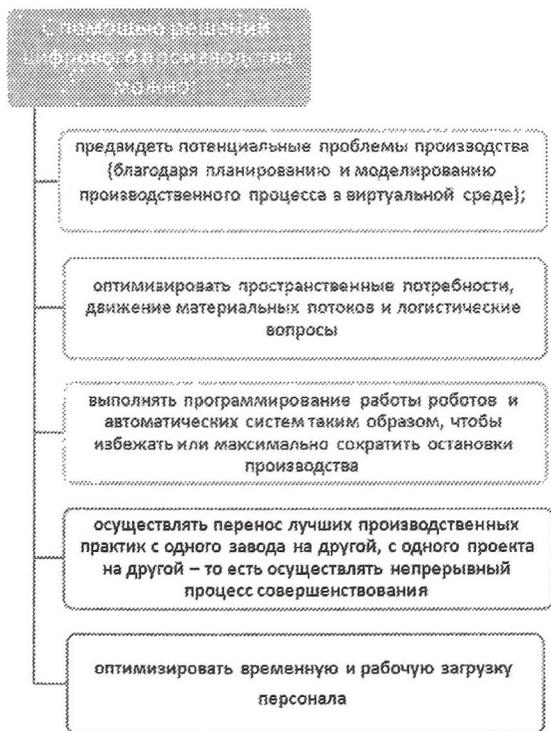


Рисунок 1 – Возможности виртуального моделирования производственных процессов

Кроме того, возникает необходимость создания среды реалистичного трехмерного моделирования технологических процессов для оптимизации времен циклов и последовательности выполнения операций. Он обеспечивает моделирование процессов сборки, сварки, ручных операций, которые