



Рисунок 1 –Окна игры

Приложение разрабатывалось в среде IDLE (Integrated DeveLopment Environment) – интегрированной среде разработки и обучения на языке Python. С помощью IDLE можно выполнять обычные для интегрированной среды задачи: просматривать, редактировать, запускать, отлаживать программы на Python. Для реализации игры использовались такие программные модули, как pygame, random, time, os, sys.

УДК 658.51:004(082)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МЕХАНООБРАБОТКИ

Гу Пэнхао

***Abstract.** The main advantages of machining automation are considered. The most relevant automation objects are described. The factors influencing the design of a reliable automated machining complex are analyzed. The relevance of the introduction of automation in the field of machining is substantiated.*

В настоящее время автоматизация производства является одним из способов повышения эффективности предприятия. Использование автоматизированных комплексов позволяет снизить время производства каждого изделия, повысить качество выпускаемой продукции, снизить себестоимость. Одним из перспективных направлений автоматизации является автоматизация технологических комплексов механообработки.

Автоматизация производства достигла того уровня развития, когда производители станочного оборудования сразу предлагают свои решения по автоматизации, стандартные либо индивидуальные. Это могут быть порталные загрузчики, круговые либо линейные системы накопления паллет, промышленные роботы. Практически все современные станки и обрабатывающие комплексы имеют функцию подключения промышленного робота или другого технологического оборудования в качестве базовой функции.

Автоматизация токарных и фрезерных обрабатывающих центров с ЧПУ наиболее оправдана в случае серийного и крупносерийного производства. Наиболее перспективными являются 5-ти осевые фрезерные станки с ЧПУ, позволяющие обрабатывать детали сложной формы. Многие детали технически невозможно изготовить другим образом. Кроме того, одним из главных преимуществ 5-ти осевых станков является возможность обработки детали за один установ, позволяющая существенно сократить время обработки детали в целом. Использование таких станков в совокупности с порталным погрузчиком или накопительной системой паллет позволяет добиться удивительной производительности.

При мелкосерийном или штучном производстве автоматизация также возможна. Применение систем технического зрения позволит оборудованию различать типы дета-

лей и выбирать для них нужную программу. Кроме того, системы технического зрения можно использовать для автоматического контроля качества готовых изделий, однако техническое зрение требует сложное программное обеспечение.

Станки более старых поколений, как правило, не предусматривают готовых возможностей по автоматизации, однако это не значит, что их автоматизация нецелесообразна. Наиболее подходящим решением в данной ситуации будет использование промышленного робота для погрузки/разгрузки, конвейерной линии или автоматизированного транспорта (например, автоматизированных тележек) для транспортировки готовых деталей на склад либо другие участки для технологических операций, таких как: шлифовка, покраска, сварка и т.д.

При автоматизации 3-х или 4-х осевых фрезерных станков с ЧПУ отдельной проблемой является правильная установка заготовки в зажимное устройство при смене стороны обработки, так как важно сохранение необходимой точности обработки. Для решения этой проблемы целесообразно использовать контактные измерительные датчики. Датчики устанавливаются в станок как обычный инструмент, и вызываются программно в качестве первой операции. После измерения датчиком основных точек детали, в координаты стола станка вносятся необходимые изменения на программном уровне, что позволяет практически полностью избежать нежелательного смещения обрабатываемой области на детали при смене установки. Контактные измерения с помощью данных датчиков позволят отказаться от использования дорогостоящих зажимных приспособлений, существенно сократят время простоя станка, повысят производительность и гибкость производства.

Отдельное внимание стоит уделить системе контроля износа инструмента. Современные станки часто имеют встроенные датчики для контроля вылета инструмента и его диаметра и позволяют автоматически вносить необходимые корректировки для предотвращения потери точности обработки. Однако, при автоматизации очень важно использовать качественный инструмент (фрезы, резцы, свёрла и т.д.) и использовать режимы обработки, указанные его изготовителем, особенно в станках, которые не предусматривают возможности проверки инструмента на износ, чтобы уменьшить вероятность изготовления бракованной детали.

Не менее важным фактором является выбор программного обеспечения. Производитель технологического оборудования обычно сам предоставляет программное обеспечение, необходимое для разработки управляющих программ. Однако, его использования не является обязательным, так как на данный момент существует множество программ, которое обладают большим удобством, дополнительными функциями и являются универсальными, то есть подходят под оборудование разных производителей. Существуют программы, сочетающие в себе сразу САД и САМ системы, что позволяет существенно экономить время на разработке управляющих программ.

Автоматизированный участок должен полностью соответствовать требованиям безопасности и охраны труда. Даже на передовом и автоматизированном предприятии всегда будет присутствовать технический персонал, автоматизированное технологическое оборудование не должно стать причиной производственных травм. При появлении человека непосредственно в рабочей области комплекса, комплекс должен немедленно прекращать работу. Наиболее технологичным решением будет использование датчиков типа «световая завеса». Эти датчики расположены таким образом, что образуют вокруг участка зону, при пересечении человеком которой оборудованию будет отдан сигнал и его работа будет остановлена.

В современных реалиях применение автоматизированных комплексов механообработки позволит предприятию сохранить конкурентоспособность и выйти на совершенно другой уровень производительности. Гибкость правильно спроектированных

систем позволит расширить номенклатуру производимых изделий и обеспечить круглосуточное бесперебойное производство, отвечающее высоким стандартам качества.

УДК 621.3.078

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ РУДЫ

Дворянин Е.В.

Белорусский национальный технический университет

В промышленности, строительстве и других отраслях промышленности довольно большое распространение получил конвейер. Его установка существенно упрощает проводимые технологические процессы, к примеру, перемещение сыпучих материалов. Простота принципа работы рассматриваемого устройства во многом определяет его распространение.

Рассматриваем систему ленточных конвейеров, которая находится на ОАО «Беларуськалий» 620 горизонта лавы №6 рудника ЗРУ. Традиционно работа цепочки конвейеров построена по следующему принципу: последний в цепочке конвейер разгоняется до номинальной скорости, далее предыдущий конвейер и так до первого. Недостаток заключается в том, что даже когда конвейер не загружен рудой на ленте поддерживается номинальная скорость, что приводит к значительным потерям.

Для уменьшения потерь и улучшения энергоэффективности рассматривается система управления транспортировки руды. Система начинает запуск нескольких конвейеров с начала к концу, что позволяет значительно уменьшить время простоя оборудования, добывающего руду. Так же все конвейера без загрузки работают лишь на минимальной скорости, что уменьшает потери и энергозатраты. При подаче руды на конвейер система заранее оповещена и начинается разгон. Когда руда поступит на конвейер сработают оптические весы, которые определяют массу руды и на ленте и подают сигнал контроллеру для увеличения скорости. Последующий конвейер так же заранее разгоняется до необходимой скорости, что исключает завал конвейера.

УДК 621.9.011:517.962.1

PARTHENON FACADE FEA SIMULATION AS SYSTEM OF FREELY PILED SOLIDS JOINED BY GRAVITY AND FRICTION

Stanislau Dounar¹, Alexandre Iakimovitch¹, Katsiaryna Mishchanka¹, Anastasia Penkina¹, Egor Lavrenov¹, Andrzej Jakubowski²

¹Belarusian National Technical University

²Maritime University of Szczecin

Abstract. *Paper concerns to contact task simulation by FEA for “freely piled solids” systems. It may be different dry masonries. The antique façade of the Parthenon temple is taken for simulation as an example. Marble drums and blocks are held together only by friction and gravity. Multiplicity and variability of contact pressure patterns inside columns are disclosed. Surface compression concentrators (SCC) between echinus and top drums are revealed. Such concentrators are proved to be safe for antique marble load-bearing structures. Contact sliding in the column joints is investigated. Slipping localization on the top and bottom of columns is pointed out as a predictor of the uncontrolled movement and falling in the case of the façade inclination. The usefulness of „piled solids” contact tasks for FEA-training of students is stated.*

Keywords: *FEA, contact spots, dry masonry, stone, compression concentration, friction.*

The work concerns the simulation of load-bearing systems (LBS) by the finite element method (FEM, FEA). Special class of LBS – freely piled solids (FPS) – is investigated. Such systems frequently are held together only by some force and friction (“dry masonry” e.g.).