МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЗБОЙКОВОГО ГИДРОИМПУЛЬСНОГО МЕХАНИЗМА В MATLAB

М.В. Новосельцева, ассистент, И.А. Массон, студент,
Томский политехнический университет, г. Томск
634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-12-34-56
E-mail: novmv@tpu.ru, iam2@tpu.ru

В настоящие время мировое сообщество, разработчиков механизмов, переходит на новый уровень проектирования - создание математических моделей. Такие модели позволяют, меняя параметрические характеристики изучать свойства объекта. Такое проектирование обусловлено более детальным изучением объектов при снижении затрат (без создания экспериментального образца).

Для использования ЭВМ при решении прикладных задач, прежде всего прикладная задача должна быть "переведена" на математический язык, т.е. для реального объекта, процесса или системы должна быть построена его *математическая модель*.

Математические модели в количественной форме, с помощью логико-математических конструкций, описывают основные свойства объекта, процесса или системы, его параметры, внутренние и *внешние связи*.

Для *построения математической модели* необходимо:

1. тщательно проанализировать реальный объект или процесс;
2. выделить его наиболее существенные черты и свойства;
3. определить переменные, т.е. параметры, значения которых влияют на основные черты и свойства объекта;
4. описать зависимость основных свойств объекта, процесса или системы от значения переменных с помощью логико-математических соотношений (уравнения, равенства, неравенства, логико-математические конструкций);
5. выделить *внутренние связи* объекта, процесса или системы с помощью ограничений, уравнений, равенств, неравенств, логико-математических конструкций;
6. определить *внешние связи* и описать их с помощью ограничений, уравнений, равенств, неравенств, логико-математических конструкций.

Теория математического моделирования обеспечивает выявление закономерностей протекания различных явлений окружающего мира или работы систем и устройств путем их математического описания и моделирования без проведения натурных испытаний. При этом используются положения и законы математики, описывающие моделируемые явления, системы или устройства на некотором уровне их идеализации.

Данная работа посвящена математическому моделированию hydraulic power pulse machine**.** Составленная математическая модель механизма изучалась при отсутствии деформации (разрушения) нагрузки.

Для анализа в первую очередь изучается конструктивная схема гидроимпульсного силового механизма. Проводится подробный анализ основных компонентов безбойкового гидроимпульсного механизма и динамических уравнений, описывающих эти компоненты, а так же их возможная конструктивная реализация.

Учтены основные требования, предъявляемые к ударным узлам:

- Высокая энергоемкость;
- Создание эффективной формы ударного импульса;
- Максимальное КПД.

Любая система может быть описана математическими уравнениями. Для составления уравнений движения системы примем допущения - постоянные величины в системе:

W_0 – объем гидроцилиндра (от активной массы до поршня);

Δa – малый объем гидроцилиндра (в не рабочей зоны, за поршнем);

S_0 – площадь торца поршня гидроцилиндра;

m_0 – активная масса;

Δw – характеристика RVD;

$P\ (\Delta w_{рвд})$ – давление в RVD зависящее от Δw;

P_0 – начальное давление в системе;

$x_3 = 0$ – координата перемещения инструмента (внедрения);

C_0 – жесткость поджатия активной массы.

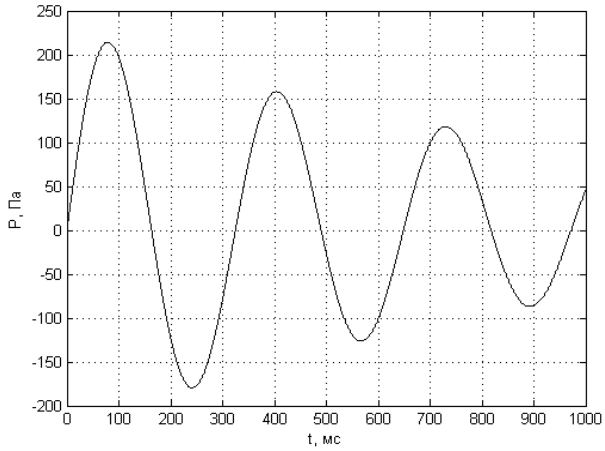
Для вывода уравнений, описывающих данную систему, полагаем, что между двумя следующими друг за другом силовыми импульсами, гидроцилиндр неподвижен. Вводим следующие обоб-

щенные координаты: x_2 – координата перемещения корпуса гидроцилиндра; x_1 – координата перемещения плунжера.

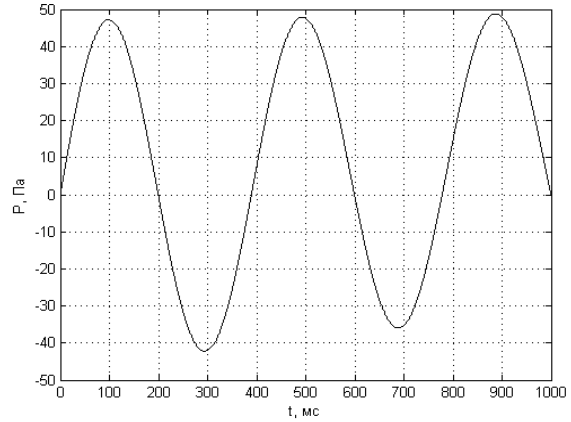
$$\begin{cases} m\dfrac{d^2x_2}{dt^2} + k_f \dfrac{dx_2}{dt} + c\,x_2 = F_\text{p} - p\,Sg, \\ J_\text{p}\dfrac{d^2\varphi}{dt^2} = M_p - \chi\dfrac{d\varphi}{dt} - p\,Sp\cos\varphi\,r, \\ Sg\dfrac{dx_2}{dt} + Sp\,r\cos\varphi\dfrac{d\varphi}{dt} = \dfrac{V_\text{RVD}}{E_\text{p}}\dfrac{dp}{dt}, \end{cases}$$

где m – масса, прикрепленная к корпусу гидроцилиндра; k_f – коэффициент трения между поршнем и гидроцилиндром; c – жесткость пружины; p – давление в гидроцилиндре; F_p – постоянное усилие поджима; Sg – площадь поршня гидроцилиндра; J_P – приведенный момент инерции вращающихся деталей ротора, M_p – приводной момент двигателя; χ – коэффициент демпфирования; Sp – площадь плунжера, r – радиус кривошипа; V_RVD – объем рукавов высокого давления, E_p – приведенный модуль упругости, учитывающий сжимаемость жидкости и деформацию рукавов.

Решение системы уравнений было получено в программе MatLab. Полученные решения были представлены в виде графиков зависимости давления в полости гидроцилиндра по времени.

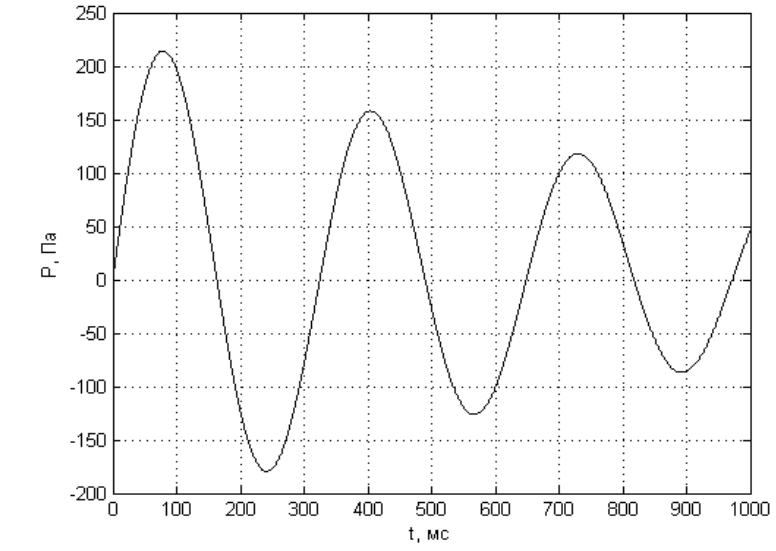


a) *m=50 kg*

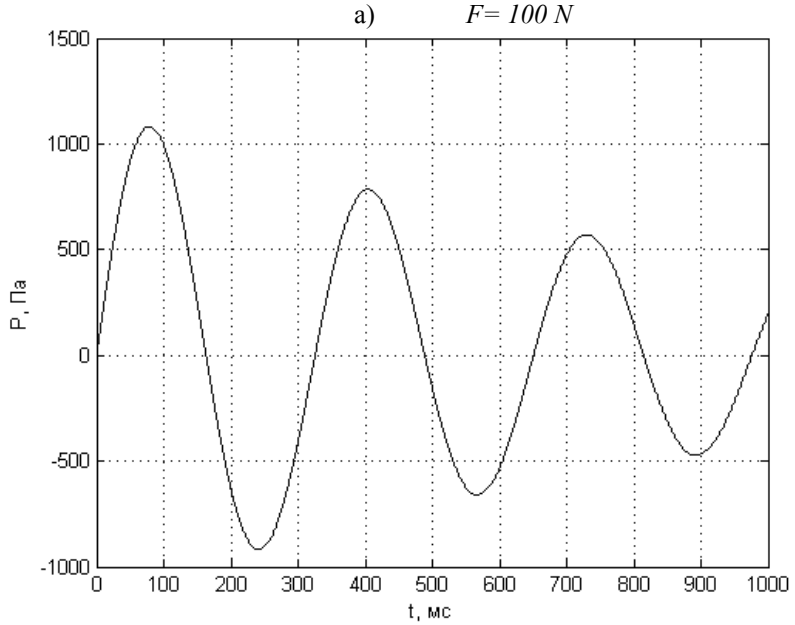


b) *m=300 kg*

Рис. 1. График зависимости давления в полости гидроцилиндра от времени при изменении значения инерционной массы m



a) *F= 100 N*



b) *F= 500 N*

Рис. 2. График зависимости давления в полости гидроцилиндра от времени при изменении силы поджатия F

Анализ моделирования импульса при изменении каждого конструктивного параметра в отдельности выявил влияние на период и амплитуду (при возрастании параметра) (Таблица 1).

Таблица 1

Параметры	Амплитуда -A	Период -T
Cv	уменьшается	неизменен
c	уменьшается	уменьшается
$S_{ГЦ}$	уменьшается	неизменен
$S_{ПЦ}$	неизменен	неизменен
$F_{подж}$	увеличивается	неизменен
m	уменьшается	увеличивается

Где Cv – объёмная упругость РВД; C – жесткость пружины; $S_{ГЦ}$ – площадь поршня гидроцилиндра; $S_{ПЦ}$ – площадь поршня плунжера ; m – инерционная масса ; $F_{подж}$- сила поджатия .

Полученные данные дают возможность, изменяя несколько параметров машины, получать импульса с высоким значением амплитуды и периода.

Заключение

Моделирование работы машины с взаимным изменением параметров, показало возможность регулировать характеристиками формирующегося импульса в заданных пределах.

При увеличении силы поджатия происходит увеличение амплитуды, что показывает важность данного параметра при проектировании БГИМ.

Конструктивный параметр как инерционная масса- в модели задается как отдельный объект, и при увеличении происходит увеличение периода импульса. При проектирование стоит учесть массу всего, что будет жестко связанно с инерционной массой.

Литература.

1. M.B. Novoseltseva, E. N. Pashkov, Prospects for Further Rock Cutting Mechanisms Development, Prospects for Further Rock Cutting Mechanisms Development. 756 (2015) 47-52.
2. E. N. Pashkov, G. R. Ziyakaev, M. V. Tsygankova, Differential equations of processes for the hydropuls power mechanism of drill machines, Applied Mechanics and Materials. 379 (2013) 91-94.
3. M. V Novoseltseva, Investigation of the Influence of Hydroimpulsive Mechanism Design Parameters on the Formed Impulse, Advanced Materials Research. 1040 (2014) 682-685.
4. J. D. Yang, Y. Wang, "Research of Selecting Diamond Quality in Diamond Bit", Applied Mechanics and Materials, 52 (2011) 1930-1935.
5. X. J. Wang, X. X. Zhao, "Research on the Dam Foundation Stability and Reinforcement Measures of the 12th Sluice Section of Xiangjiaba Hydropower Station", Applied Mechanics and Materials, 580 (2014) 2096-2102.
6. X. Wei, C. Y. Wang, H. L. Yuan, Z.H. Xie, "Study of Fracture Mechanism of Rock Cutting", Key Engineering Materials, 250 (2003) 200-208.

РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫМ И ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

И.Ю. Соколова, д. пед. н., профессор,
ФГБОУ ВПО Томский государственный педагогический университет,
г. Томск,, ул. Киевская, 60

В статье представлены компоненты личностного потенциала человека и психолого-педагогические условия его актуализации: активная позиция личности обучающихся; эффективность процесса обучения, обеспечиваемая педагогом; создание творческой образовательной среды в предметных областях знаний (физика, химия, математика, биология и др.); применение специально разработанных дидактических, программно-методических средств, разнообразных форм, методов, информационных технологий обучения. Их реализация обеспечивает развитие личности, сохранения ее здоровья и качество обучения, качество подготовки специалистов, бакалавров, магистров в профессиональном образовании, что теоретически обосновано и подтверждено экспериментально исследованиями автора и его аспирантов.

Ключевые слова: личностный потенциал, психолого-педагогические условия, развитие личности, сохранение ее здоровья, качество обучения, качество подготовки специалистов

Введение. Подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных, физически и нравственно здоровых, способных к саморазвитию специалистов, бакалавров, магистров требует создания и реализации в вузе психолого-педагогических условий для развития их личностного потенциала и эффективной подготовки к профессиональной деятельности в процессе изучения общенаучных, общепрофилирующих и специальных дисциплин. Среди этих дисциплин особое значение имеет физика, т. к., например, основные физические законы сохранения массы, энергии и количества движения (импульса) – являются теоретическим основанием для вывода уравнений, отражающих частное проявление этих законов в естественнонаучных и технических дисциплинах (гидродинамике, термодинамике и др.).

Сказанное выше позволило нам с позиций системного психолого-педагогического подхода поставить цель: установить психолого-педагогические условия, реализация которых в образовательном процессе может обеспечить развитие личности (ее личностного потенциала), сохранение здоровья и качество обучения, качества подготовки специалистов в процессе преподавании разных дисциплин. Но, прежде выясним, что такое личностный потенциал, его компонентный состав, основания и усло-