

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЖИМА ОБОЛОЧЕК ПУЛЬ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУСТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**П. В. Верещагин, Т. М. Тушкина, Е. Е. Ермилов**  
Бийский технологический институт,  
г. Бийск, Россия

Современный мир немислим без применения информационных технологий. Повсеместное их внедрение обусловлено темпами развития науки и техники, а также необходимостью оперативного решения сложных трудоёмких задач там, где человек уже не в состоянии это сделать.

Автоматизированное проектирование на сегодняшний день заключается в том, что мощные вычислительные системы берут на себя типовые задачи, алгоритм которых заранее определён разработчиками. Тогда как творческая составляющая процесса разработки, такая как задание параметров для проектирования, принятие проектных решений и т.п., ложится на человека.

Как и во многих других областях науки и техники, автоматизация проектирования нашла своё применение в проектировании технологических процессов изготовления боеприпасов стрелкового оружия. А именно в проектировании технологии обжима оболочек пуль.

Современные пули стрелкового вооружения представляют собой изделие, состоящее из нескольких элементов. Обычно это оболочка пули, сердечник и рубашка. Оболочка пули во многом определяет баллистические и боевые качества пули, поэтому изготавливается с высокой точностью и правильностью формы. Производятся пульные оболочки листовой штамповкой из плоской круглой рондоли, путём комбинированной вытяжки с последующим обжимом оживальной части.

Процессы комбинированной вытяжки и обжима оживальной части могут проектироваться тремя способами:

- По аналогии, на основе действующих технологических процессов. Преимущество – надёжность; недостаток – невозможность полностью использовать возможности по сокращению количества технологических опе-

раций, а в случае ошибки проектирования требуется изготовление нового комплекта инструментов и последующая апробация процесса.

- Использование специализированных пакетов программ по трёхмерному моделированию процессов штамповки. Преимущество – в случае ошибки проектирования требуется только перестроение модели, без затрат на инструмент и апробацию процесса; недостатки – высокая трудоёмкость из-за проектирования методом подбора, очень большая стоимость специализированного программного обеспечения.

- Использование математического моделирования операций обжима оболочек пуль на базе теории листовой штамповки. Преимущества – достаточная точность расчётов и малая их трудоёмкость, возможность минимизации количества технологических операций, бесплатное или недорогое программное обеспечение. Данный способ проектирования представляется наименее затратным, но главным его недостатком является многократный пересчёт количества и параметров технологических операций при определении минимального их числа.

Процесс обжима оболочек пуль зависит от большого количества факторов. Это механические свойства материала, геометрическая форма и размеры готового изделия, форма и размеры заготовки, характер изменения формы и размеров заготовки на каждой операции. Таким образом, оказывается, что процесс обжима оболочки пули – это детерминированный процесс, на который влияет большое число факторов. Использование любого из перечисленных методов проектирования технологии обжима позволяет на каждом цикле проектирования реализовать лишь одно из сочетаний входных факторов процесса, а для нахождения оптимального их сочетания необходим многократный перебор

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЖИМА ОБОЛОЧЕК ПУЛЬ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

этих параметров, что требует или разработки программы многофакторной оптимизации, или творческого участия проектировщика.

Для решения этой проблемы были использованы так называемые искусственные нейронные сети (ИНС), представляющие собой математические модели, построенные по принципу организации биологических нейронных сетей. Другими словами, ИНС – это интеллектуальные системы, способные принимать решения и самообучаться.

Эти особенности нейросетей и были использованы при разработке нового подхода при проектировании технологии обжима оболочек пуль. Было создано приложение, позволяющее проектировщику по исходным данным (геометрические параметры, механические свойства материала) определить необходимое число операций обжима для получения оболочки необходимой формы.

Важной особенностью нейронных сетей является самообучение, а на этапе разработки даже необходимость в обучении. Это обусловлено тем, что искусственные нейронные сети моделируют работу реальных нейронных сетей, т.е. клеток человеческого мозга. И только что созданная нейронная сеть не способна принимать какие-либо решения, ей необходим опыт или, другими словами, обучение.

Обучение нейронных сетей сводится к сбору опытных данных и применению обучающего алгоритма.

В нашем случае, после анализа факто-

ров, влияющих на необходимое число операций обжима оболочек пуль, были выделены следующие начальные параметры: наружный диаметр, толщина дна, толщина стенки, внутренний диаметр и радиус в точке сопряжения, радиус кривизны оживальной части, механические свойства материала.

В качестве обучающего был выбран алгоритм, известный как алгоритм обратного распространения (Back Propagation Algorithm).

Разработанное приложение после прохождения обучения позволяет разработчику ввести свои исходные данные и получить ответ (необходимое количество операций). Данный подход к проектированию технологии обжима оболочек пуль позволяет избавить разработчика от достаточно трудоёмкого этапа – определения количества операций обжима, что, в свою очередь, открывает новые перспективы использования информационных технологий в такой области техники, как проектирование боеприпасов стрелкового вооружения.

### Список литературы:

1. Kriesel , D. (2011) A Brief Introduction to Neural Networks
2. Gurney, K. (1997) An Introduction to Neural Networks London: Routledge.
3. Hertz, J., Palmer, R.G., Krogh. A.S. (1990) Introduction to the theory of neural computation, Perseus Books.