

УДК 514.86

## **АЛГОМЕТРИЧЕСКИЙ ЯЗЫК ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ APDL ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ**

Е.О. Куликович – 17 пп, 3 курс, АМФ

Научные руководители:

канд. пед. наук, доцент Н.Г. Серебрякова,

ст. преподаватель И.Г. Рутковский

*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Ansys Parametric Design Language (APDL) - это мощный структурированный скриптовый язык, используемый для взаимодействия с Ansys Mechanical solver. Ansys была первым поставщиком коммерческих инструментов моделирования, предложившим пользователям универсальный язык программирования создания параметрических моделей для системного анализа. APDL существует с 1980-х годов, первоначально разработанный Джоном Свенсоном для замены инструкций в машинных кодах на более простой и удобный в использовании язык для персональных компьютеров. Хотя APDL был стандартным методом настройки моделей в течение многих лет, он требовал от инженеров обучения множеству доступных команд, поэтому он был дополнен более интуитивно понятным графическим интерфейсом пользователя (GUI) в начале 2000-х годов. Сегодня APDL в основном используется для точной настройки параметров в очень сложных моделях, где требуемые взаимосвязи выходят за рамки стандартного графического интерфейса [1, 2].

Сокращение APDL составлено с заглавных букв ANSYS Parametric Design Language, что означает "Параметрический язык проектирования программы ANSYS". Программа APDL на алгоритмическом языке программирования предполагает собой очерёдность команд, написанных в обыкновенном текстовом файле. Сегодня команды APDL позволяют пользователям настраивать свою модель или выполнять сложные операции постобработки в Ansys Mechanical. Вставляя определённую очерёдность инструкций APDL, пользователи могут задействовать различные дополнительные возможности, в том числе и расширить функциональность графического интерфейса.

APDL предоставляет пользователям платформу для создания многих сложных моделей. Специально для пользователей, которым удоб-

но работать с кодом, есть возможность в APDL проводить быстрый и эффективный способ прямого ввода команд или функций. APDL сродни языкам кодирования процедур, таким как FORTRAN, в котором любой сценарий, разрабатываемый пользователями, должен быть автономным.

Чтобы APDL можно было использовать с более современными объектно-ориентированными программами, такими как Python, Ansys разработала ruMAPDL. Эта оболочка позволяет пользователям использовать Python для настройки, решения и последующей обработки своих имитационных моделей.

Геометрические объекты Ansys необходимы для построения модели, отражающей геометрические характеристики конструкции или детали. Объекты расчетной сетки необходимы непосредственно для численного расчета модели методом конечных элементов (МКЭ).

APDL ANSYS широко применяется при проектировании различных конструкций. Интуитивная ясность, простота и в то же время широкие функциональные возможности делают APDL мощным средством автоматизации всего цикла численного анализа сложных технических систем. Фактически, автоматизация заключается в разработке комплекса макропрограмм, настраивающих систему на решение конкретных производственных задач и позволяющих эффективно использовать современные средства численного анализа.

С использованием этого внутреннего языка параметрического программирования пользователь получает возможность легко встраивать в систему любые процедуры, элементы, решатели, модифицировать и дополнять меню, подключать файлы сообщений на любом языке или переделать имеющиеся, а также подключать пользовательские модели, написанные на языках FORTRAN или C++. Возможности языка программирования APDL были использованы в расчетах и научном сопровождении строительства большепролетного спортивно-зрелищного комплекса «Минск-Арена». В Белорусском государственном аграрном техническом университете программный комплекс ANSYS изучается студентами специальности «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники».

### **Список использованных источников**

1. Доль, А.В. Решение задач механики в ANSYS / А.В. Доль / – Саратов : Буква, 2018. – 68 с.

2. Денисов, М.А. Компьютерное проектирование. ANSYS / М.А. Денисов / Екатеринбург : Изд-во Урал. Ун-та, 2014. – 77 с.

УДК 631.363

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ РЕЖИМНЫХ  
ФАКТОРОВ ВАЛЬЦОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ НА  
ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОЗИМОЙ РЖИ**

А.А. Кишкель – 16 пп, 4 курс, АМФ

Научный руководитель:

ст. преподаватель А.В. Гуд

*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Эффективность процесса измельчения зерна обычно характеризуется затратами энергии отнесенными к количеству измельченного материала (кВт-ч/т) или вновь образованной поверхности (Вт-ч/мм<sup>2</sup>), степенью измельчения частиц и гранулометрическим составом. Цель работы – исследовать влияние основных режимных факторов вальцового измельчителя на затраты энергии отнесенные на вновь образованную поверхность измельченных частиц.

Исследования проводились на экспериментальном вальцовом измельчителе на вальцах с шагом рифлей 3,5 мм, углом острия 30° на зерне озимой ржи влажностью 13,6% при изменении зазора от 0,2 до 0,8 мм, окружной скорости быстро вращающегося вальца от 9,1 до 19,1 м/с и отношении окружных скоростей вальцов от 1,4 до 2,6.

Был реализован полный центральный композиционный ротативный эксперимент типа 2<sup>3</sup>. Значение факторов в кодированном и натуральном виде приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значение факторов в кодированном и натуральном виде

Факторы	Обозначение	Интервал варьирования	Уровни факторов				
			-1,215	-1	0	+1	+1,215
Зазор $B$ , мм	$X_1$	0,25	0,2	0,25	0,5	0,75	0,8
Скорость $V_6$ , м/с	$X_2$	4,1	9,1	10,0	14,1	18,2	19,1
Отношение скоростей, $i$	$X_3$	0,5	1,4	1,5	2,0	2,5	2,6