

УДК 004.42 : 001.8: 622.45 : 622.678.53 : 622.256.75

**Гладышев Юрий Сергеевич, студент гр. ИТм-211, 2 курс**  
(КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева)  
Gladyshev Iurii Sergeevich Bachelor Student  
(T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University)

**Вети Ахмед Аиманович, ассистент кафедры ФПиСГ**  
(КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева)  
Akhmed A. Wetti, graduate teaching assistant of the department Physical Processes and  
Construction Geotechnology  
(T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University)

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АВАРИЙНОГО ГРУЗА В ВЕРТИКАЛЬНОМ СКИПОВОМ СТВОЛЕ»**

Современное состояние добычи полезных ископаемых показывает, что подземная разработка рудных месторождений характеризуется ежегодным понижением горных работ на 20-40 метров [1, 2]. Переход на большие глубины обусловлен особенностю геологического строения месторождения и связан с необходимостью поддержания и наращивания производственной мощности и максимального извлечения полезных ископаемых. Определяющее значение в решении данной задачи имеют вертикальные стволы шахт, оснащенные скиповым подъемом, так как только после их углубки появляется возможность осуществлять очистную выемку на очередном горизонте рудного поля [3].

Как правило, горнопроходческие работы в углубляемой части скипового ствола совмещаются с выполнением в верхней его части эксплуатационных функций по выдаче полезного ископаемого. В связи с этим в соответствии с требованиями правил безопасности появляется необходимость сооружения и ликвидации предохранительных полков обеспечивающих защиту людей в забое углубляемого ствола от возможного падения в них различных предметов [4]. В каждом конкретном случае конструктивные элементы предохранительного полка, главными из которых являются горизонтальные опорные балки, рассчитываются исходя из назначения и технических условий, принятых для организации работ по углубке ствола.

Наиболее высокие требования для расчета конструктивных элементов предохранительных полков и их сооружения предъявляются при организации работ при углубке стволов, оснащенных скиповым подъемом. Данный полок должен выдерживать воздействие высоких динамических нагрузок от удара в случае обрыва груженого скипа или просыпи его содержимого, а конструкция – обеспечивать возможности сооружения в наиболее короткие сроки с целью сокращения времени остановки эксплуатационного подъема и избежания снижения производительности предприятия [5, 6].

Для расчета конструкции предохранительного полка по силовому воздействию в случае аварийной обрыва скипа или просыпи его содержимого принята методика, разработанная для шахт Кривбасса [7].

С целью упрощения работы было принято решение разработать кроссплатформенное настольное программное обеспечение которое должно исключить человеческий фактор из результатов вычислений. В результате, данная программа автоматизирует алгоритм вычисления параметров аварийного груза из-за простоты интерфейса и графического наглядного представления результатов вычислений.

Для разработки приложения был выбран следующий стек технологий:

- язык программирования Python;
- интегрированная среда разработки для языка программирования Python, PyCharm;
- набор расширений графического фреймворка Qt для языка программирования Python, PyQt;
- кроссплатформенная свободная среда для разработки графических интерфейсов (GUI) для программ, использующих Qt, Qt Designer;
- библиотека для визуализации данных Matplotlib для языка программирования Python.

Первый этап разработки настольного приложения состоит из создания графического интерфейса и определения главных элементов GUI. Для разработки была использована кроссплатформенная среда разработки графических интерфейсов (GUI) Qt Designer (рисунок 1). Данная среда выбрана из-за возможности эффективной разработки графических элементов и наличия панели инструментов, которая упрощает разработку интерфейса использованием виджетов, таких как «поле ввода» Line Edit, «кнопка» Push Button и другие.

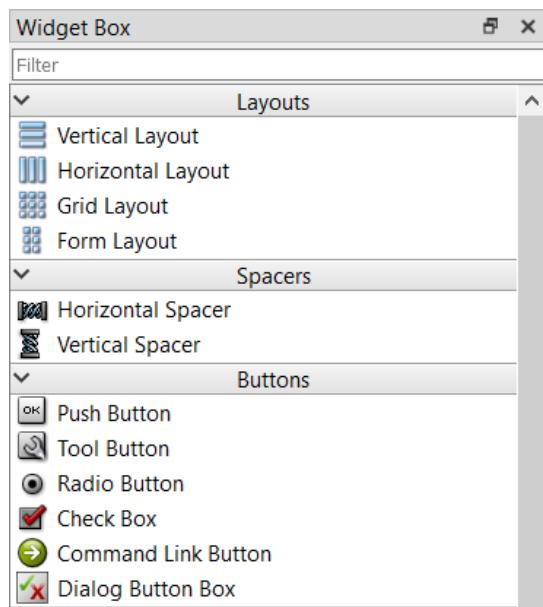


Рисунок 1 – Представление элементов панели инструментов Qt Designer.

Главной особенностью Qt Designer является поддержка визуального редактирования сигналов и слотов. Эта особенность позволяет настраивать связь между элементами интерфейса и привязкой функций для реализации алгоритма расчетов и вывода графического представления данных. Одним из основных элементов в разработке также является графический дизайн элементов. Qt Designer позволяет изменять свойства элементов и настройку шрифтов, что упрощает разработку графического дизайна программы (рисунок 2).

pushButton : QPushButton	
Property	Value
enabled	<input checked="" type="checkbox"/>
geometry	[280, 100, 151 x 51]
sizePolicy	[Minimum, Fixed, 0, 0]
minimumSize	0 x 0
maximumSize	16777215 x 16777215
sizeIncrement	0 x 0
baseSize	0 x 0
palette	Inherited
font	<b>A</b> [Century, 14]
Family	Century
Point Size	14
<b>Bold</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
Italic	<input type="checkbox"/>
Underline	<input type="checkbox"/>
Strikeout	<input type="checkbox"/>
Kerning	<input checked="" type="checkbox"/>
Antialiasing	PreferDefault
cursor	Arrow
mouseTracking	<input type="checkbox"/>
tabletTracking	<input type="checkbox"/>
focusPolicy	StrongFocus
contextMenuPol...	DefaultContextMenu

Рисунок 2 – Окно свойств элемента в Qt Designer.

Используя данные виджеты была создана демо версия интерфейса для программы, в которой были отображены основные элементы, являющиеся ключевыми объектами по вводу исходных данных и выводу результатов расчета (рисунок 3).

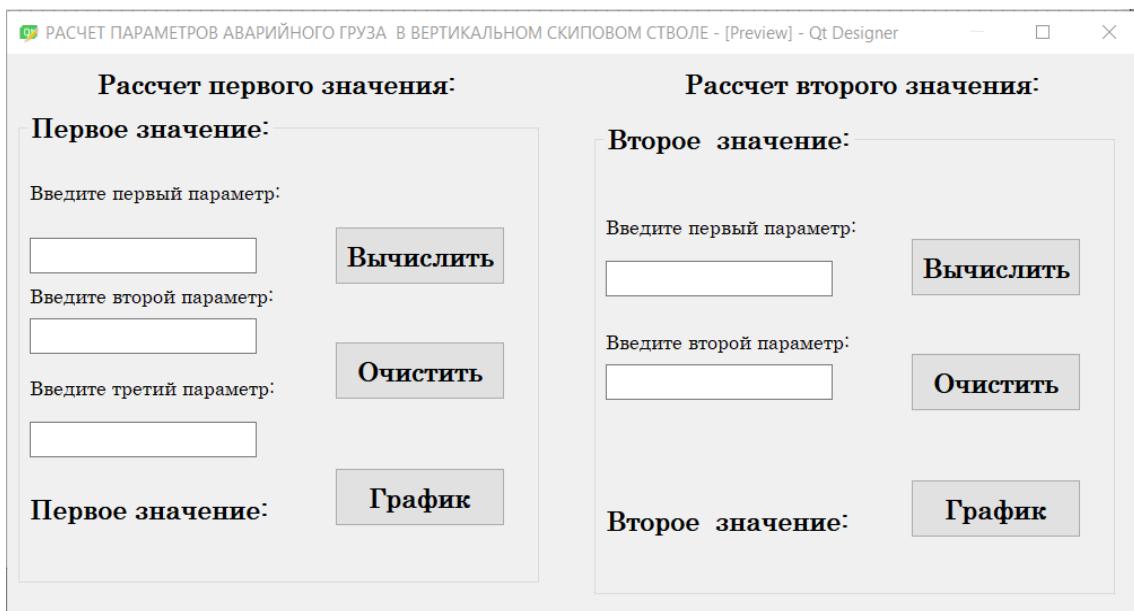


Рисунок 3 – Представление демо версии программы в среде разработки Qt Designer.

Основная задача программы производить расчеты, а также выводить графики данных зависимостей при следующих видах динамического воздействия на предохранительный полок:

- при аварийном обрыве скипа [5, 6]:

- определение времени падения;
- определение скорости падения;
- определение кинетической энергии

в зависимости от высоты падения, линейных размеров скипа, диаметра вертикального ствола, а также скорости и направления воздушного потока для принятой схемы проветривания.

- б) при аварийной просыпи содержимого скипа:

- изменение величины динамического воздействия на предохранительный полок в зависимости от скорости разгрузки скипа и характера транспортируемого в нем груза (плотность, фракция дробления);

- изменение величины динамического воздействия в зависимости от скорости падения просыпи;

- изменение величины динамического воздействия на предохранительный полок в зависимости от высоты падения;

- изменение скорости падения просыпи в зависимости от высоты падения.

Для реализации алгоритма расчетов в backend-разработке будет использоваться язык программирования Python, а для реализации графического представления данных библиотека Matplotlib, что наглядно визуализирует пользователю полученные результаты. Так же стоит задача предоставления информационной справки в виде всплывающих окон для каждого параметра расчета со ссылкой на первоисточник для корректного выбора необходимого коэффициента или величины необходимой для корректного выполнения расчета, а также предоставление формул и краткое описание зависимостей параметров расчета.

Главной задачей этого приложения является автоматизация расчета и высокая достоверность полученных результатов за счет исключения человеческого фактора из результатов вычислений, а реальная оценка параметров аварийного груза, позволит обеспечить устойчивость предохранительного полка за счёт рациональных его параметров [8].

## Список литературы

1. Першин, В. В. Реконструкция, ремонт, восстановление и ликвидация горных выработок / В. В. Першин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кузбасский государственный технический университет Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2021. – 520 с.
2. Копытов А. И. Влияние динамического воздействия аварийного груза на конструкцию предохранительных полков при углубке скиповых стволов / А. И. Копытов, А. А. Вети // Вестник КузГТУ №4(152), 2022. С. 76-86
3. Kratz T., Martens P. N. Optimization of mucking and hoisting operation in conventional shaft sinking // Glückauf. 2015. No. 2. P. 16–22.
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» : издательство официальное : утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 8 декабря 2020 г. №507 : зарегистрировано в министерстве юстиции Российской Федерации 18 декабря 2020г. №61587 : дата введения 01 января 2021г. – Москва : ЦЕНТРМАГ, 2021. – 156 с. ISBN 978-5-903060-68-9. – Текст : непосредственный
5. Копытов А. И. Першин В. В. +Фадеев Ю. А. Вети А. А. Исследование воздействия динамических нагрузок на конструкцию предохранительных устройств при углубке скиповых стволов // Горный журнал. 2019. – №4. – С. 27-31.

6. Pershin, V. V. Study of the dynamic loading impact on the design of pentices when sinking vertical mine shafts / V. V. Pershin, A. I. Kopytov, Yu. A. Fadeev, A. A. Wetti // E3S web of conferences, Volume, 41 – III rd international innovative mining symposium, 2018. – P. 105 – 109.

7. Временная инструкция по защите забоев вертикальных стволов шахт / Минчермет СССР; ВО «Союзшахтопроходка»; МБССО УССР, Криворожский горный институт. – Кривой рог, 1985 – 104 с.

8. Патент на полезную модель № 139338 «Клиновой предохранительный полок» Авторы: Копытов А. И., Войтов М. Д., Вети А. А., заявл. 28.11.2013 опубл. 14.03.2014