

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ЦИКЛА  
ПОГРУЖНОГО ПНЕВМОУДАРНИКА П-110**

Одним из основных технологических процессов горнорудного производства являются буровые работы. Причем в объеме буровых работ преобладает бурение скважин. В отечественной практике бурение скважин выполняется буровыми станками с погружными пневмоударниками. Основными направлениями совершенствования конструкций этих машин являются увеличение энергии удара и снижение потребления сжатого воздуха. Проектирование бурового оборудования с использованием компьютерного моделирования дает возможность сократить сроки, удешевить проведение проектно-конструкторских работ и получить качественно новое решение сложных конструкторских задач, с возможностью визуального отображения изучаемых процессов и искомых закономерностей, недоступных ранее.

При моделировании рабочего цикла пневмоударной бурильной машины возникает необходимость в решении задачи газодинамики с подвижными телами, в которых твердое тело движется под давлением газа или наоборот. Не все существующие методы, применяемые при компьютерном моделировании, в состоянии решить такую задачу.

В ходе анализа основных методов компьютерного моделирования с точки зрения возможности решения задачи газодинамики с подвижными телами, рассмотрены метод конечных элементов [2], метод конечных объемов [2,4], метод гидродинамики сглаженных частиц [5-7] и метод дискретных элементов [8]. Установлено, что указанная задача может быть с успехом решена с помощью метода конечных объемов с динамической сеткой [2,4], которая при каждом шаге расчета перестраивается и подстраивается под изменившуюся расчетную область, а также с применением метода гидродинамики сглаженных частиц, который является не-сеточным лагранжевым вычислительным методом для симуляции жидкостей, газов и твердых тел. Проведен анализ рабочих процессов погружного пневмоударника П-110 с помощью компьютерного моделирования методом конечных объемов с динамической сеткой в программном комплексе FlowVision компании Tesis [4] в рамках программы поддержки образования «Учись студент!».

Построена расчетная модель погружного пневмоударника П-110 в САПР SolidWorks. Расчет выполнялся комплексно: удар поршня-ударника по хвостовику коронки в моделировался SolidWorks Motion, затем полученные данные о скорости отскока поршня-ударника передавались во FlowVision, где моделировалось дальнейшее движение поршня под действием сжатого воздуха до следующего удара по хвостовику коронки.

Полученные данные о изменении давления сжатого воздуха в камерах пневмоударника и о перемещении поршня в течении одного цикла сравнивались с известными данными исследований [1,3]. Установлено, что расхождение между результатами компьютерного моделирования и известными данными составляет 15-18 %.

*Список литературы*

1. **Бевагоен И.А.** Устройство и расчет современных перфораторов и пневмоударников / **И.А. Бевагоен, А.Г. Дядюра.** – М.: Госгортехиздат, 1963.–180 с.;
2. **Галлагер Р.** Метод конечных элементов. Основы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984 – 428 с.;
3. **Есин Н.Н.** Погружные пневматические машины ударного действия для бурения скважин / **Н.Н. Есин.** – Новосибирск: Наука, 1976. – 100 с.;
4. Документация FlowVision. [Электронный ресурс] URL: <https://flowvision.ru/index.php/public-downloads/category/8-dokumentatsiya-flowvision>;
5. **Gui-Rong Liu, M.B.Liu.** Smoothed Particle Hydrodynamics.A Meshfree Particle Method. – World Scientific, 2003. – 472 p.;
6. **Möller M.** Particle-based fluid simulation for interactive applications / **M. Möller, D. Charypar, M. Gross** // Proceedings of the 2003 ACM SIGGRAPH / Eurographics symposium on Computer animation. – Aire-la- Ville, 2003. – P. 154–159;
7. **Monaghan J. J.** Smoothed particle hydrodynamics / **J. J. Monaghan** // Annual Review of Astronomy and Astrophysics. – Clayton, 1992. – P. 543–574;
8. **Williams, J.R. ,O'Connor R.** Discrete Element Simulation and the Contact Problem, Archives of Computational Methods in Engineering, Vol. 6, 4,1999 – P. 279–304.