

Численное исследование движения по склону открытых потоков.

Зайко Юлия Сергеевна

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра гидромеханики, Москва, Россия

E-mail: juliazaiko@yandex.ru

В работе рассматриваются природные потоки, движущиеся по склону под действием силы тяжести, способные вовлекать в движение материал дна. Например, это могут быть лавины, сели, оползни. Исследование таких потоков важно для расчета конструкции и защиты различных сооружений, расположенных на склонах гор, или, например, подземных трубопроводов, проходящих в горной местности. Изучению движения склоновых потоков посвящены многие работы, например [2-4]. В данной работе проведено численное исследование движения потока, описываемого моделью Хершеля-Балкли, которая хорошо аппроксимирует стационарное движение снега в наклонных лотках в эксперименте [4]. Исследовано влияние предела текучести, входящего в эту модель; как предельные случаи рассмотрены модель степенной жидкости (предел текучести равен нулю) и линейно-вязкой жидкости (предел текучести равен нулю, показатель степени в степенном законе зависимости касательного напряжения от скоростей деформаций равен единице). Учитывалась способность потока вовлекать в движение материал склона. Для моделирования процесса захвата использовалась гипотеза, что захват начинается тогда, когда трение на дне превышает предел прочности на сдвиг материала склона [3]. Это условие использовалось в программе для расчета положения нижней границы потока. Исследовано влияние угла наклона склона на динамику потока.

Численно получено, что если глубина потока превышает глубину стационарного потока с касательным напряжением на дне, равным пределу прочности на сдвиг материала склона, то начинается процесс вовлечения в движение материала дна, что согласуется с результатом для бингамовской среды, приведенным в [2]. Скорость и полная глубина растут быстрее в потоках с большим значением предела текучести. При большем уклоне склона к горизонту поток разгоняется быстрее, скорость захвата также растет быстрее. Получено, что для различных моделей глубина потока растет линейно при больших временах со времени начала захвата, профили скорости имеют вблизи дна линейный участок.

Источники и литература

- 1) Eglit M. E., Yakubenko A. E. Numerical modeling of slope flows entraining bottom material // Cold Reg. Sci. Technol. 2014. №108. P. 139–148.
- 2) Issler D, M. Pastor Pérez. Interplay of entrainment and rheology in snow avalanches; a numerical study // Annals of Glaciology. 2011. №52(58). P.143-147.
- 3) Kern M. A., Tiefenbacher F., McElwaine J. N. The rheology of snow in large chute flows. // Cold Regions Science and Technology 2004. №39. P. 181 –192.
- 4) Sovilla B., Margreth S., Bartelt P. On snow entrainment in avalanche dynamics calculations // Cold Regions Science and Technology 2007. №47. P. 69 – 79.

Слова благодарности

Автор выражает глубокую благодарность профессору М. Э. Эглит за ценные замечания и предложения по данной работе.