

УДК 622.83:004.421

Г.А. Холодняков, К.Р. Аргимбаев, Д.А. Иконников

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ УСТУПА
СЛОЖЕННОГО СЫПУЧИМ МАТЕРИАЛОМ
ПРИ ЕГО ОТРАБОТКЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ
ЭКСКАВАТОРОМ ТИПА «ОБРАТНАЯ ЛОПАТА»**

Разработка сыпучих материалов сопровождается внезапными обрушениями уступов даже при их высоте менее 10 метров и расчет безопасной высоты добычного забоя экскаватора «обратная лопата», установленного на верхней площадке, позволит сократить простои выемочно-погрузочного оборудования и увеличить интенсивность ведения горных работ.

Ключевые слова: хвостохранилище, склад, экскаватор «обратная лопата», хвосты, высота забоя, алгоритм, программа, интенсивность.

Складированные сыпучие материалы на примере отходов горного и обогатительного производства являются потенциальным источником полезных ископаемых. В отходах горного производства сконцентрированы громадные запасы полезных компонентов, представляющих большую ценность для восстановления минерально-сырьевого комплекса. Разработка промышленных отходов сопровождается сложными горнотехническими и гидрогеологическими условиями. Так разработка экскаватором «прямая лопата» характеризуется высокими энергозатратами при его установке на поверхности хвостохранилища [1]. Но, зачастую в водонасыщенных лежалых железных хвостах также наблюдаются явления внезапных обрушений уступов даже при их высоте менее 10 м и использование экскаваторов «прямая лопата» для разработки железосодержащих хвостохранилищ нецелесообразно.

Применение выемочно-погрузочного оборудования типа «обратная лопата» в значительной степени расширя-

ет рабочие возможности. Экскаватор устанавливается на верхней площадке, что снимает необходимость применения дополнительных мероприятий по увеличению устойчивости на поверхности, но не решает проблему оползней в добычном забое. На основе этого была создана компьютерная модель, отражающая процессы, происходящие при ведении горных работ в добычном забое (рис.1).

В этой связи, в настоящей статье решается задача по исследованию устойчивости откоса сложными сыпучими материалами и выбору оптимальной высоты забоя экскаватора типа «обратная лопата», установленного на верхней площадке хвостохранилища или схожих условий усреднительного склада.

Особенность железосодержащих хвостов определяет необходимость использования для оценки коэффициента запаса устойчивости откосов рабочих уступов экскаватора «обратная лопата» формулы проф. Г.Л. Фисенко, учитывающей их гидростатическое взвешивание [2].

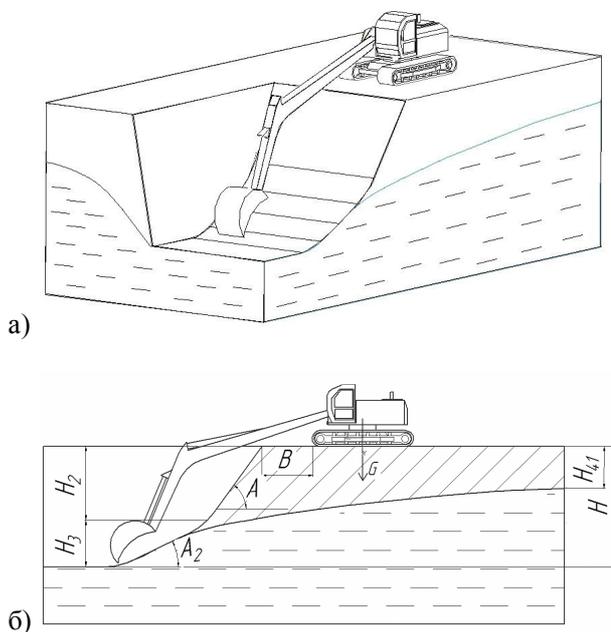


Рис. 1 Компьютерное моделирование процессов, происходящих в добычномзабое, при ведении горных работ экскаватором «обратная лопата»: а) 3D-модель; б) 2D-модель.

H – безопасная высота добычного уступа, м; H_2 – высота верхнего уступа, м; H_3 – высота развала сыпучего материала, м; H_{41} – глубина обводненности, м; A – угол откоса верхнего уступа, град.; A_2 – угол откоса развала сыпучего материала, град.; B – ширина бермы безопасности, м; G – вес выемочно-погрузочного оборудования, т

На основе компьютерного моделирования и учета гидростатического взвешивания была разработана математическая модель, учитывающая все особенности физико-механических свойств лежалых железосодержащих хвостов, а также вес выемочно-погрузочного оборудования, расположенного на верхней площадке. Начальный этап задачи при разработке математической модели сводится к определению ширины призмы возможного обрушения.

В результате полученной математической модели, написана программа на языке QBasic, позволяющая производить расчет коэффициента запаса устойчивости откоса рабочего уступа (N) и ширину призмы возможного обрушения. Программа на языке QBasic.

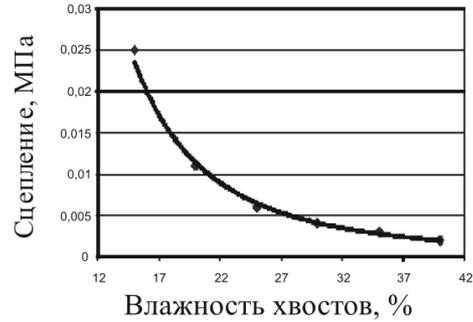
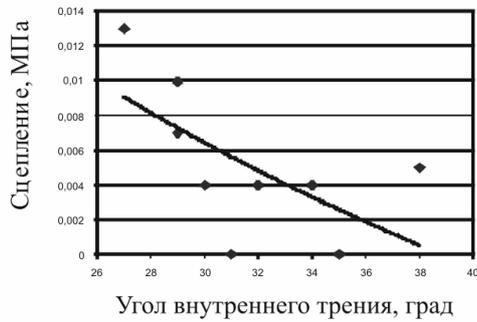
С целью проверки работоспособности данной программы были взяты результаты ранних проведенных исследований [4] физико-механических свойств лежалых железосодержащих

хвостов ЮГОКа (рис. 3).

Лабораторные исследования, направленные на определение физико-механических свойств лежалых хвостов, заскладированных на железосодержащих хвостохранилищах, были выполнены в лаборатории «Физико-механических свойств и разрушения горных пород» Санкт-Петербургского государственного горного университета.

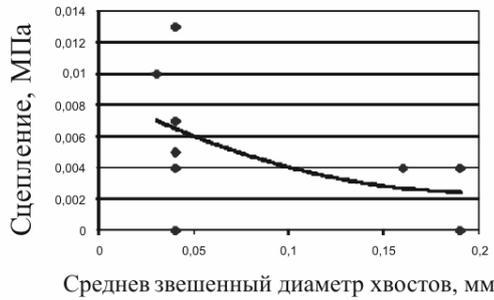
При этом глубину обводненности железосодержащих хвостов приняли равной нулю, а разработку предполагалось производить экскаватором «обратная лопата» фирмы Hitachi ZX 850-3 с емкостью ковша $4,5 \text{ м}^3$.

На основании анализа результатов расчета коэффициента устойчивости откоса уступов и решения уравнений определена безопасная высота добычного забоя экскаватора «обратная лопата». Построен график зависимости безопасной высоты забоя экскаватора от влажности рыхлых горных пород (рис.4).



а

б



в

Рис. 3 Графики зависимости основных физико-механические свойства железосодержащих лежалых хвостов: а) сцепление от угла внутреннего трения; б) сцепление от влажности лежалых хвостов; в) сцепление от средневзвешенного диаметра хвостов

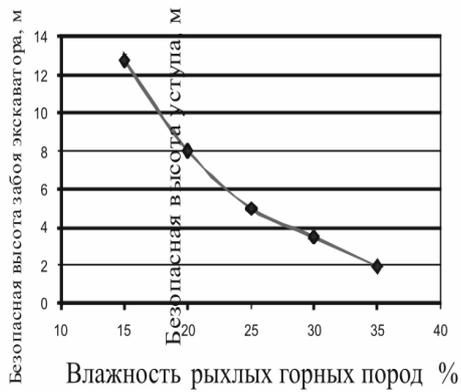


Рис. 4. Зависимость безопасной высоты забоя экскаватора от влажности рыхлых горных пород

По результатам расчетов можно сделать вывод, что применение гидравлического экскаватора «обратная лопата» Hitachi ZX 850-3 при разработке железосодержащих лежалых хвостов на ЮГОКе возможно при 7-метровой высоте добычного забоя с влажностью хвостов до 22 %.

По результатам исследований разработанная компьютерная модель и программное обеспечение на языке QBasic позволят: увеличить интенсивность ведения горных работ с учетом сложных условий на железосодержащих складах и хвостохранилищах; предотвратить непредвиденные оползни в добычном забое, что позволит сократить простои выемочно-погрузочного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аргимбаев К.Р.* Выемочно-погрузочное оборудование для разработки полусухих хвостохранилищ / Холодняков Г.А., Аргимбаев К.Р., Иконников Д.А. // Освоение минеральных ресурсов Севера: проблемы и решения. – Воркута, 2011.-Том №1.- С. 141-144.
2. *Фисенко И.В.* Устойчивость бортов карьеров и отвалов.- М.: Недра, 1973.
3. *Аргимбаев К.Р.* Определение физико-механических свойств хвостов железосодержащих хвостохранилищ / Холодняков Г.А., Аргимбаев К.Р., Иконников Д.А. // Горный информационно-аналитический бюллетень – Москва: Горная книга, 2011. - С. 93-98. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Холодняков Генрих Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Санкт-Петербургского государственного горного института им. Г.В. Плеханова (технического университета), г. Санкт-Петербург,
Аргимбаев Каербек Рафкатович. – аспирант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Санкт-Петербургского государственного горного института им. Г.В. Плеханова (технического университета), г. Санкт-Петербург, e-mail: diamond-arg@mail.ru,
Иконников Дмитрий Андреевич – аспирант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Санкт-Петербургского государственного горного института им. Г.В. Плеханова (технического университета), г. Санкт-Петербург.



НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»

Для горного инженера вопросы выбора и использования техники всегда актуальны и интересны. В 2011 году в серии «Библиотека горного инженера» вышли в свет три и готовятся к выходу еще две книги, посвященные горным машинам: их конструктивным особенностям, обслуживанию, техническим характеристикам, расчету параметров, построению схем работы и организации безопасного труда операторов.

