

Г.А.ХОЛОДНЯКОВ, *д-р техн. наук, профессор, (812) 328-86-38*
К.Р.АРГИМБАЕВ, *аспирант, diamond-arg@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет
С.П.РЕШЕТНЯК, *д-р техн. наук, доцент, главный технолог, inpit@mail.ru*
ООО «СПб – Гипрошахт», Санкт-Петербург

Н.А.KHOLODNYAKOV, *Dr. in eng. sc., professor, (812) 328-86-38*
K.R.ARGIMBAEV, *post-graduate student, diamond-arg@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining University
S.P.RESHETNYAK, *Dr. in eng. sc., associate professor, leading technician, inpit@mail.ru*
«Giproshakt», Saint Petersburg

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ДОБЫЧНОГО ЗАБОЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ЭКСКАВАТОРОМ ТИПА ОБРАТНАЯ ЛОПАТА

Разработка водонасыщенных хвостохранилищ сопровождается внезапными обрушениями уступов даже при их высоте менее 10 м. В этой связи решение задачи по исследованию устойчивости откоса и выбору оптимальной высоты добычного забоя экскаватора типа обратная лопата, установленного на верхней площадке хвостохранилища, позволит сократить простой выемочно-погрузочного оборудования и увеличить интенсивность ведения горных работ.

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

DETERMINING THE MINE WORKING HEIGHT FOR THE DEVELOPMENT OF TAILING DUMPS HYDRAULIC EXCAVATOR BACKDIGGER

Development water sated tailing dump are accompanied explosive failure banks even at their height less 10 meters.

Thereupon, the problem decision on research competence a slope and to a choice of optimum height production a dredge face «backdigger», established on the top platform tailing dump, will allow to reduce equipment downtimes and to increase intensity mining.

Key words: tailing dump, excavator «backdigger», tailing, height of face, algorithm, program, intensity.

Современные гигантские масштабы горно-добывающего и перерабатывающего производства вызывают глобальные нарушения установившихся веками равновесных геохимических связей. Ущерб, наносимый только отвалами и хвостохранилищами, складывается из огромных потерь от изъятия пригодных для использования земель, нарушения экологического равновесия и затрат на содержание отвалов. Оптимальный путь снижения экологического давления таких отходов – их максимально полная утилизация, включение в замкнутые циклы промышленного использования ресурсов.

Складируемые отходы горного и обогащительного 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 горно-техническими и гидрогеологическими условиями.

В настоящее время мощность хвостов, заскладируемых в железосодержащих хвостохранилищах, достигает 40 м и более.

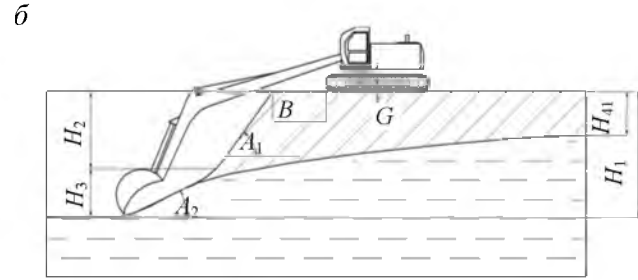
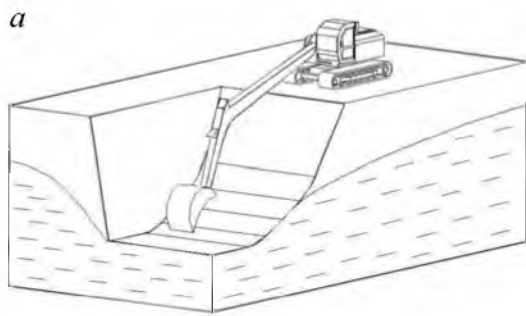


Рис.1. Компьютерное моделирование процессов, происходящих в добычном забое: *а* и *б* – 3D- и 2D-модель соответственно

H_1 – безопасная высота добычного уступа, м; H_2 – высота верхнего уступа, м; H_3 – высота развала хвостов, м;
 H_{41} – глубина обводненности хвостов, м; A_1 – угол откоса верхнего уступа, град.; A_2 – угол откоса развала хвостов, град.;
 B – ширина бермы безопасности, м; G – масса выемочно-погрузочного оборудования, т

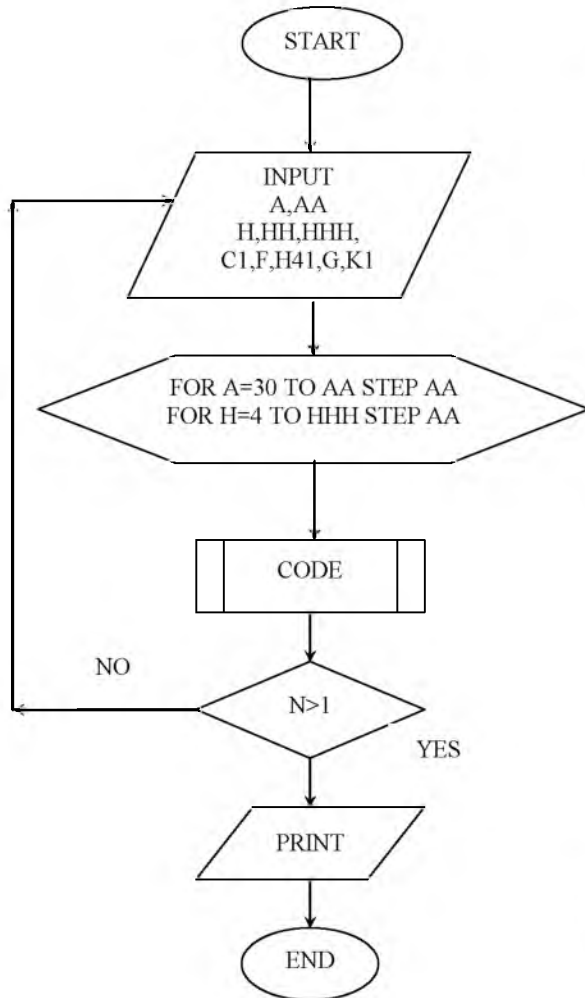


Рис.2. Алгоритм программы на языке QBASIC
 A и AA – A_1 и A_2 соответственно (см.рис.1); H , HH и HHH – H_1 и H_2 и H_3 ; C_1 – сцепление хвостов, кПа;
 F – угол внутреннего трения, град.; H_{41} – H_{41} ;
 K_1 – коэффициент фильтрации, м/сут

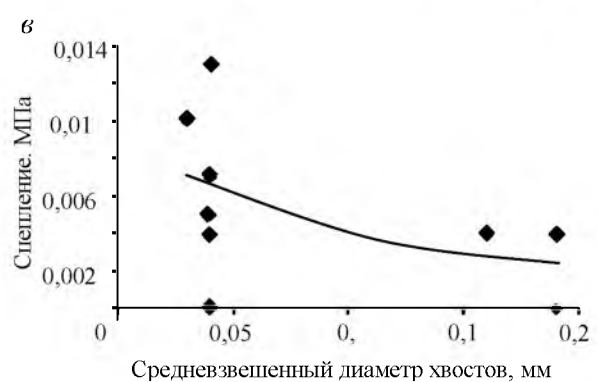
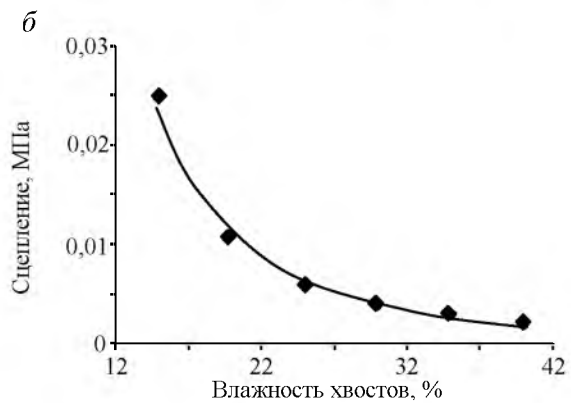
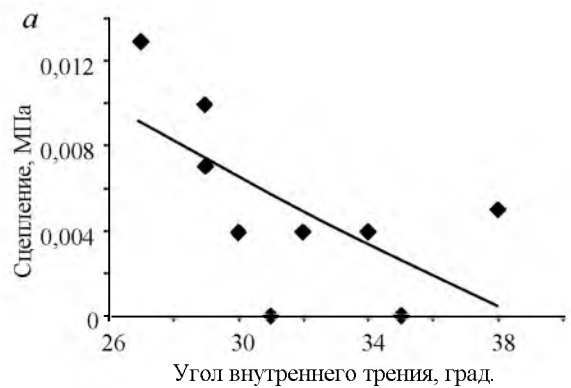


Рис.3. Зависимость сцепления железосодержащих лежалых хвостов от угла внутреннего трения (*а*), влажности хвостов (*б*) и их средневзвешенного диаметра (*в*)

Их разработка экскаватором типа прямая лопата требует высоких энергозатрат при его установке на поверхности хвостохранилища [1]. В водонасыщенных лежалых железных хвостах часто наблюдаются внезапные обрушения уступов даже при их высоте менее 10 м. При этом экскаватор не успевал отойти на безопасное расстояние и рабочее оборудование и гусеничную тележку заваливало хвостами. Это приводило к длительным простоям в работе из-за сложности ликвидации последствий заваливания. Поэтому применение экскаваторов типа прямая лопата для разработки железосодержащих хвостохранилищ нецелесообразно.

Появление объемного гидропривода позволило создать новые схемы рабочего оборудования выемочной машины, напоминающей теперь не механическую лопату, а механическую руку. Возможности экскаватора расширились в значительной степени. Выемочно-погрузочное оборудование типа обратная лопата устанавливается на верхней площадке, что не требует дополнительных мероприятий по увеличению устойчивости на поверхности, однако не решает проблему оползней в добычном забое.

В этой связи поставлена задача по исследованию устойчивости откоса и выбору оптимальной высоты забоя экскаватора типа обратная лопата, установленного на верхней площадке, и создана модель, отражающая процессы, происходящие при ведении горных работ в добычном забое (рис. 1).

Многочисленные способы построения поверхностей скольжения весьма трудоемки и не всегда надежны. Наиболее приемлемой для решения поставленной задачи является метод Г.Л. Фисенко, основанный на построении кривой скольжения с использованием теории сыпучей среды и широко распространенный для исследования откосов уступов, сложенных мягкими породами [2,3].

Особенность железосодержащих хвостов требует при оценке коэффициента запаса устойчивости откосов рабочих уступов экскаватора вводить в расчет их гидростатическое взвешивание [2,3].

Разработанная математическая модель учитывает все особенности физико-механических свойств лежалых железосодержащих хвостов, а также массу выемочно-погрузоч-

ного оборудования, расположенного на верхней площадке. Начальный этап задачи сводится к определению ширины призмы возможного обрушения. На основе математической модели, написана программа на языке QBasic, позволяющая производить расчет коэффициента запаса устойчивости откоса рабочего уступа N и ширины призмы возможного обрушения (рис. 2).

Для проверки работоспособности программы были использованы результаты ранее проведенных исследований физико-механических свойств лежалых железосодержащих хвостов ЮГОКа, выполненных в лаборатории физико-механических свойств и разрушения горных пород Санкт-Петербургского государственного горного университета [4] (рис. 3). В расчетах глубина обводненности железосодержащих хвостов была принята равной нулю, а разработку предполагалось производить экскаватором типа обратная лопата ZX 850-3 с емкостью ковша $4,5 \text{ м}^3$ (фирма «Hitachi»).

На основании анализа результатов расчета коэффициента устойчивости откоса уступов и решения уравнений определена безопасная высота добычного забоя экскаватора и построен график зависимости безопасной высоты забоя экскаватора от влажности хвостов (рис. 4). Установлено, что применение гидравлического экскаватора Hitachi ZX 850-3 при разработке железосодержащих лежалых хвостов на ЮГОКе возможно при 7-метровой высоте добычного забоя с влажностью хвостов до 22 %.

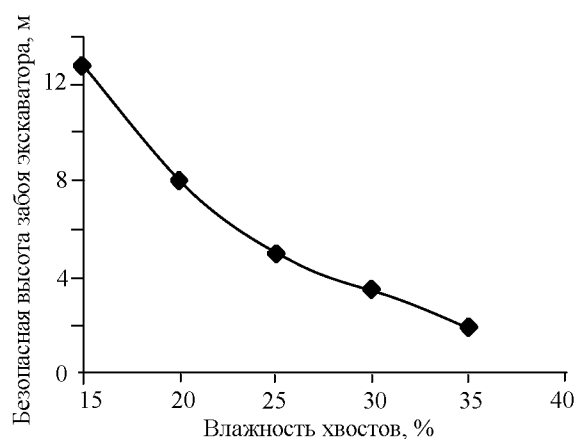


Рис. 4. Зависимость безопасной высоты забоя экскаватора от влажности лежалых хвостов

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

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нурок Г.А.* Гидроотвалы на карьерах / Г.А.Нурок, А.Г.Луговская, А.Д.Шерстюков М., 1973.
2. *Фисенко И.В.* Устойчивость бортов карьеров и отвалов. М., 1973.
3. *Холодняков Г.А.* Определение физико-механических свойств хвостов железосодержащих хвостохранилищ / Г.А.Холодняков, К.Р.Аргимбаев, Д.А.Иконников // Горный информационно-аналитический бюллетень. М., 2011.

4. *Холодняков Г.А.* Выемочно-погрузочное оборудование для разработки полусухих хвостохранилищ / Г.А.Холодняков, К.Р.Аргимбаев, Д.А.Иконников // Освоение минеральных ресурсов Севера: проблемы и решения. Воркута, 2011. Т.1.

REFERENCES:

1. *Nurok G.A., Lugovskaya A.G., Sherstukov A.D.* Hydraulic-mine dumps at strip-pits. Moscow, 1973.
2. *Fisenko I.V.* Stability of open pit slopes. Moscow, 1973.
3. *Kholodnyakov G.A., Argimbaev K.R., Ikonnikov D.A.* Determining physical and mechanical properties of tailings of iron-bearing tailing dumps // Mining informational and Analytical Bulletin. Moscow, 2011.
4. *Kholodnyakov G.A., Argimbaev K.R., Ikonnikov D.A.* Excavating and loading equipment for the development of semi-dry tailing dumps // Development of mineral resources of the North. Problems and solutions. Vorkuta, 2011. Vol. 1.