

УДК (628.393.614.8)

Г.И. Касперов, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);

М.Э. Новиков, магистрант (УГЗ, г. Минск);

В.Е. Левкевич, проф., д-р техн. наук (БНТУ, г. Минск)

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ (БОРТОВ) КАРЬЕРОВ

Открытый способ добычи полезных ископаемых имеет свою специфику. Значительные разрушения земной поверхности и существующая технология добычи полезных ископаемых приводят к тому, что карьеры в той или иной степени являются источниками разрушения и загрязнения окружающей среды. При карьерных разработках риск возникновения опасных процессов связан с техногенными воздействиями и с активизацией различных физических, химических, геологических и гидрогеологических процессов. В Беларуси за последние 15 лет разработано более 1 000 карьеров. Около 600 из них рекультивировано или законсервировано. Имеются гигантские карьеры добычи гранита (Микашевичи), доломитов и известняков (Руба).

В докладе рассматриваются результаты исследований, выполненных в 2020 году по ГПНИ «Информатика, космос и безопасность», задание 3.1.33 «Разработать комплексную оценку влияния карьерных водоемов на безопасность эксплуатации карьеров в местах добычи полезных ископаемых». Карьеры рассматривались, как источники опасных техногенных процессов и явлений. Одним из важных вопросов в решении проблемы техногенной безопасности является правильная оценка потенциальной опасности карьеров. Подробный анализ возникновения и развития чрезвычайных ситуаций на карьерах позволяет выделить систему общих и частных факторов опасностей, которые следует учитывать при проектировании новых производств, усовершенствовании нормативно-технической документации.

При открытой разработке месторождений полезных ископаемых возможны два основных класса опасных явлений. Первый связан с неконтролируемым перемещением масс породы. Сюда относится образование деформаций бортов карьеров: оползни, обрушения и обвалы, осыпи и оплывины, просадки. Второй класс опасных явлений связан с неконтролируемым затоплением карьеров грунтовыми водами.

Существует еще класс опасных явлений, связанных с взрывными работами в карьерах.

Состояние откосов (бортов) карьеров зависит как от естественных, так и техногенных факторов. Анализируя устойчивость бортов карьеров в сложноструктурном массиве мягких пород можно выделить следующие группы факторов:

- природно-геологические;
- горнотехнические;
- физико-географические;
- гидрогеологические.

Природно-геологические факторы включают:

- структурные особенности массива горных пород и условия их залегания;
- вещественный состав и структурно-текстурные особенности пород;
- прочность горных пород.

Горнотехнические факторы включают:

- способы вскрытия карьерного поля;
- систему разработки;
- специфику производственных процессов.

Физико-географические факторы включают:

- климатические условия района месторождения;
- рельеф местности;
- влажностный режим горных пород;
- процессы выветривания;
- глубина сезонного промерзания и оттаивания пород.

Гидрогеологические факторы включают:

- наличие подземных вод;
- фильтрационные потоки.

Физико-географические и природно-геологические факторы играют первостепенную роль в устойчивости откосов уступов на карьерах. Проведенная в 1972 – 1981 годах систематизация нарушений откосов на карьерах СССР, ГДР, КНР, ЧССР, НРБ, ФРГ и Италии показала, что с атмосферными осадками связано более 25 % деформаций откосов. Количество атмосферных осадков, интенсивность дождей, мощность снегового покрова и продолжительность его таяния оказывают наибольшее влияние на устойчивость песчано-глинистых пород в бортах карьеров.

К числу основных гидрогеологических факторов относятся: глубина залегания водоносного горизонта, водообильность, напор-

ность, наличие гидравлической связи между горизонтами, гидродинамические характеристики водоносных горизонтов. Гидрогеологическими факторами обуславливаются:

- подток подземных, дождевых и талых вод, вызывающий набухание,
- снижение прочности и местные деформации откосов песчано-глинистых пород;
- гидродинамическое давление фильтрующихся в приоткосном массиве подземных вод, приводящее к оплыванию откосов раздельно-зернистых и песчано-глинистых пород;
- суффозия, способствующая выносу мелких частиц;
- выщелачивание засоленных песчано-глинистых пород, карбонатных пород, галоидов, способствующее карстообразованию;
- внезапные прорывы подземных вод в результате вскрытия карстовых полостей или нарушения режима дренажа.

В глинистых породах, особенно в глинах монтмориллонитового состава, при увеличении влажности интенсивно развиваются процессы набухания, что существенно влияет на деформационные характеристики массива. Если в приоткосной области залегают падающие в сторону выемки или горизонтальные, подвергающиеся увлажнению литологические контакты, процесс набухания протекает совместно с процессами ползучести.

Различные факторы взаимодействуют, усиливая влияние на устойчивость бортов карьеров. Установлено, что строение прибортового рельефа, влияет на сток дождевых и талых вод. Влага частично фильтруется через массив, в зависимости от типа пород. Если в прибортовом рельефе присутствуют локальные понижения, это приводит к аккумулярованию дождевых и талых вод, просачиванию их через зоны повышенной проницаемости. Влажность существенно изменяет прочностные характеристики массива горных пород, места скопления влаги следует относить к потенциально опасным.