

УДК 622.837

Ю.М. НИКОЛАШИН, д-р техн. наук, проф., Я.В. КЕБАЛ, аспирант
Криворожский национальный университет

ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ОСТАТОЧНЫХ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, ЗАТОПЛЕННЫХ ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ

Выполнен анализ степени влияния остаточных горных выработок на этап производства горнотехнической рекультивации глубоких карьеров в условиях восстановления депрессионной воронки подземных вод. Рассмотрены проблемы связаны с ведением горных работ по внутреннему отвалообразованию в затопленном карьере. Так в условиях остаточной горной выработки карьера №1 «АМКР» возникают деформации и оползневые явления в процессе отвалообразования, что усложняет соблюдение требований техники безопасности. Далее в процессе ликвидации карьеров в результате отключения карьерного водоотлива начнется затопления до естественного уровня подземных вод. В период затопления остаточных горных выработок и ведения одноярусного отвалообразования на рабочих площадках перегрузочных пунктов возникают оползни и деформации поверхности отвала. При этом отставание внутреннего отвалообразования не позволит в полном объеме выполнить рекультивацию и восстановить рельеф местности.

На основе динамики подземных вод в условиях Ингулецкого карьера по результатам многолетних режимных наблюдений определены закономерности которые необходимо учитывать при прогнозировании условий на предликвидационном этапе. По результатам теоретических и эмпирических исследований определены причины опасных деформаций свежесыпанных отвальных заходок одноярусного внутреннего подтопленного отвала. Выполнен анализ исследований по внутреннему отвалообразованию, в остаточные горные выработки, которые рассматривают условия использования средств осушения карьерных полей с дальнейшей горнотехнической рекультивацией для хозяйственного, лесного, водного и прочего использования. Определены дальнейшие направления исследования и локализации данной научно-технической задачи, путем класификации, паспортизации и моделирования для выполнения автоматизированных графоаналитических расчетов.

Ключевые слова: открытые горные работы, остаточные горные выработки, отвалообразование, оползневые явления.

Проблема и ее связь научными и практичными задачами. Ведение горных работ по внутреннему одноярусному отвалообразованию в затопленном карьере №1 ОАО «АМКР» небезопасно из-за возникновения оползневых явлений в свежесыпанных отвальных заходках оседания поверхности отвального массива и трещин, развивающихся на рабочих разгрузочных площадках при использовании шагающих экскаваторов. Аналогичные условия будут влиять на ведение горных работ в стадии ликвидации глубоких карьеров после отключения водоотлива. В связи с чем, площади остаточных горных выработок (ОГВ) будут значительно расширяться. Так, по предварительным расчетам с учетом отставания работ по заполнению выработанного пространства вскрышей карьеров глубиной более 300 м, площади остаточных горных выработок могут достигнуть в Кривбассе: в южном районе (ИнГОК, ЮГОК, НКГОК) до 1000 га; в центральном (ЦГОК) - до 300 га; в северном (СевГОК) - до 800 га.

Проблема сокращения площадей ОГВ связана с решением научных и практических задач при ликвидации карьеров в соответствии с законом Украины, требований «Норм технологического проектирования...» и «Положения о проектировании внутреннего отвалообразования...» в следующих направлениях [1,2]:

наблюдений за динамикой восстановления уровней депрессионной поверхности подземных вод рудно-кристаллического массива Криворожского гидрогеологического бассейна, в чашах глубоких карьеров;

мониторинг состояния устойчивости бортов карьеров и внутренних отвалов;

разработка технологических схем горнотехнической рекультивации ОГВ.

Анализ исследований и публикаций. Результаты ранее выполненных исследований ОГВ относятся к отработке карьеров пологопадающих и горизонтальных пластовых месторождений (угольных, марганцевых флюсовых известняковых и др.) неглубокого залегания.

При горизонтальном залегании месторождений, разработка которых ведется по бестранспортной системе разработки с внутренним отвалообразованием, ОГВ используют для хозяйственного и социального развития горнодобывающего региона (сельскохозяйственного, лесного, водного, охраны природы и т.п.). Кроме этого, ОГВ могут быть использованы для складирования попутного полезного ископаемого, аварийных емкостей на период паводка, хвостохранилища, очистки воды для сброса в реку, промышленных жидких отходов и пр. [3-7].

Действующие «Положения о проектировании внутреннего отвалообразования...» [2] применимы в большей части для освоения новых месторождений, и ограниченны для использования при проектировании в действующих глубоких карьерах, т.к. значительные объемы вскрыши будут уже заскладированы во внешние отвалы, а оставшегося объема вскрыши будет недостаточно для горнотехнической рекультивации карьеров. Кроме этого, природное затопление выработанного пространства карьеров приведет к формированию опасных зон возможных прорывов подземных вод в подземные горные выработки в случае доработки месторождения подземным способом.

Предлагаемые в настоящее время схемы засыпки глубоких карьеров рассматриваются для условий работающего карьерного водоотлива, т.е. при отсутствии возможности затопления ОГВ [7].

Как показывают теоретические исследования и опыт складирования скальной вскрыши в затоплении карьер №1 ОАО «АМКР» причинами опасных деформаций свежееотсыпанных отвальных заходок одноярусного внутреннего подтопленного отвала являются [8,9]:

рост гидростатического, гидродинамического и гидравлического давлений в призмах возможного оползания овала, при восстановлении депрессионной поверхности подземных вод рудно-кристаллического массива Криворожского гидрогеологического бассейна, нарушенного горными работами;

режим и регламент складирования скальных пород под откос, влияющих на уровень динамических нагрузок отсыпаемой массы в призмах возможного оползания, вызывающих нарушения устойчивости откосов.

Для решения гидрогеомеханических задач применяют имитационные и математические модели. При выборе исходных данных при моделировании одним из основных является показатель водного баланса Q , который определяется из уравнения [3]

$$Q = A + C_{нов} + C_{под} + I,$$

где Q - суммарный приток воды, м³/год; A - атмосферные осадки; высота слоя осадков, равная 10 мм соответственно 10 л воды на 1 м²; $C_{нов}$ - поверхностный сток по водотокам на поверхности откосов и бермам к водосборникам, м³/год; $C_{под}$ - подземный сток подземных вод водоносных горизонтов, м³/год; I - испарение с поверхностей водоема ОГВ, откосов и берм карьера, л/м².

Постановка задачи исследования. Одним из путей решения научно-технической задачи по сокращению и использованию ОГВ может быть совершенствование теоретического обоснования гидрогеомеханической оценки безопасности по условию допустимых деформации рабочих зон внутреннего отвала с учетом ширины призмы оползания, обеспечивающих в дальнейшем частичную горнотехническую рекультивацию глубокого карьера с применением специальных технологических схем, обеспечивающих безопасность горнотехнической и биологической рекультивации глубоких карьеров Кривбасса.

Изложение материала и результаты. В качестве аналога и натурной модели ликвидации ОГВ использованы результаты маркшейдерских наблюдений службы сдвижения рудоуправления НКГОКа и гидрогеомеханических исследований на карьере №1 [10,11], а также режимные гидрогеологические наблюдения на Ингулецком карьере за уровнями затопления шахтного поля (бывшего РУ «Ингулец») и карьера «Визирка».

Одноярусное отвалообразование в глубоководный карьер №1 при ширине заходки 14-20 м приводят к ее оползанию и деформациям оседания отсыпанной поверхности отвала в полосе от 50 до 150 м и необходимости переноса перегрузочного пункта на безопасный участок. При неравномерной скорости подъема уровня воды в прудковой зоне ОГВ от 0,01 до 0,10 м/сутки срок стабилизации оползней в заходках и деформаций поверхности отвала достигает 1 месяца. Для уменьшения ширины призмы оползания и сокращения сроков их стабилизации, была экспериментально определена безопасная ширина отвальной заходки, равная 2 м. Для этого была изготовлена установка ИП «Геотранс» типа консольного отвалообразователя с длиной стрелы 47,2 м. Однако из-за несовершенства конструкции («жесткое» положение стрелы), установка не прошла полный цикл опытно-промышленных испытаний и не достигла проектной производительности до 1,5 млн м³/год.

Исследование деформаций оседаний поверхности отвала при работе экскаватора ЭШ-10/70 показали, что безопасное его положение относительно верхнего бровки с коэффициентом запаса устойчивости, равным 2, находятся на расстоянии не менее 28 м, включая ширину призмы оползания в заходке.

Изучение динамики подземных вод в условиях Ингулецкого карьера по результатам многолетних режимных наблюдений указывает на следующие тенденции развития, которые необходимо учитывать при прогнозировании условий на предликвидационном этапе:

приток подземных вод за последние 17 лет увеличился почти в 2 раза (до 1028 м³/ч);

уровень депрессионной поверхности подземных вод достиг абсолютной отметки (-74) м на расстоянии 3000 м от северного борта карьера (отметкой дна -390 м);

объем откачки подземных вод составил за 2015 г - 9 млн м³;

скорости восстановления уровней в зоне обрушения ш. «Центральная» (северный борт карьера) за 6 лет, после отключения шахтного водоотлива, составляли от 57 до 214 м/год;

ожидаемый уровень восстановленной депрессионной поверхности воронки может достичь (+20) м.

По результатам гидрогеологического моделирования прогнозные притоки подземных вод при достижении карьером отметки (-600) м составят не менее 1500 м³/ч, что усложнит ведение горных работ по рекультивации и ликвидации ОГВ.

Выводы и направления дальнейших исследований. Горнотехническая рекультивация глубоких карьером действующих в настоящее время в Кривбассе может оказаться не достижимой в полном объеме (до уровня рельефа местности), по гидрогеологическим условиям восстановления уровней подземных вод депрессионных воронок остаточных открытых горных выработок и проектных объемов вскрыши. Возможный уровень поверхности внутренних отвалов в глубоких карьерах должен превышать уровни восстановления поверхностей депрессионных воронок подземных вод. Наиболее высокие скорости затопления карьеров, подтопления внутренних отвалов и ОГВ возникнут в начальный период после отключения карьерного водоотлива продолжительностью до 6 лет. Технологические схемы горнотехнической рекультивации должны выбираться в зависимости от вида социального и хозяйственного использования территорий ОГВ. Таким образом, дальнейшими задачами исследования являются следующие: классификация ОГВ глубоких карьеров по сложности гидрогеомеханических условий с учетом обеспечения устойчивости внутреннего отвала для его горнотехнической рекультивации; паспортизация нарушений устойчивости обводненных внутренних отвалов; построение постоянно действующей гидрогеомеханической модели подтопления одноярусного отвала; моделирования подводного разрушения отвала; разработка технологических схем отвалообразования в воду в условиях деформаций поверхностей рабочих зон с учетом ширины призм оползания свежеотсыпанных заходок; разработка программного модуля K-MINE для выполнения автоматизированных графоаналитических расчетов устойчивости подтопленных отвалов.

Список литературы

1. Норми технолічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Ч.1 (СОУ-Н МПП 73.020-078 1:2007), п.7 Ліквідація гірничодобувних підприємств.-К.:МППУ, 2007, –С.82-90.
2. Положення про проектування внутрішнього відвалоутворення та складування відходів виробництва в залізрудних і флюсових кар'єрах. – Дніпропетровськ, видавництво “Мінерал”. –2004. – 50с.
3. Гидротехника в горном деле и строительстве. Пер с нем. –М.: Недра, 1978. – С.293–319.
4. **Воловик В. П., Николашин Ю. М.** Управление природопользованием при освоении пластовых месторождений открытым способом в сложных гидрогеологических и инженерно-геологических условиях // Науковий вісник НГУ. – 2004.-№11. – С.16-18.
5. **Николашин Ю. М.** Комбинированное затопление остаточных карьерных выемок // Горн. журнал. – 1999.– №2.
6. **Антоненко Л. К, Зотеев В. Г.** Проблемы переработки и захоронения отходов горно-металлургического производства // Горный журнал. –1999. –№2.
7. **Дриженко А. Ю.** Карьерные технологические горнотранспортные системы. – Днепропетровск: ГВУЗ “НГУ”, 2011.–С.451–487.
8. **Хуан Я. Х.** Устойчивость земляных откосов / Пер. с англ.–М.: Стройиздат, 1988.– С. 50-53, 88-99.
9. **Николашин Ю. М.** Гидрогеомеханические условия формирования внутреннего отвала в затопленном карьере / Качество минерального сырья. Сборник научных трудов. – Кривой Рог. 2014. – С.192–198.
10. Патент на корисну модель UA №84929 U.E21 41/26. Спосіб відвалоутворення в режимі деформації порід / **Николашин Ю. М., Вусик О. О., Кебал Я. В., Домнічев А. В.** ДВНЗ «Криворізький національний університет» // Бюл. ДП «УІПВ».- №21. –К.:2013.-10с.
11. Расчеты устойчивости и мероприятия по безопасному складированию вскрышных пород карьера №2-бис в выработанное пространство карьера №1 с использованием шагающего экскаватора ЭШ-10/70: Отчет о НИР/ АГН Украины, КП «Академически дом»; рук. **Николашин Ю.М.**, исп. **Кебал Я.В.** – Кривой Рог, 2014. – 82с.

Рукопись поступила в редакцию 21.03.16