© С.Е. Гавришев, В.Ю. Заляднов, И.А. Пыталев, Е.В. Павлова, 2014

УДК 622.271.3.012.3:658.567.1

С.Е. Гавришев, В.Ю. Заляднов, И.А. Пыталев, Е.В. Павлова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЕМНОЙ ЕМКОСТИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА КАРЬЕРОВ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ РАЗЛИЧНОГО КЛАССА ОПАСНОСТИ

Каждое месторождение полезных ископаемых обладает уникальными геологическими, гидрогеологическими условиями, местоположением и другими особенностями. Для того чтобы учесть ряд таких факторов, разработана классификация по определению пригодности карьерного пространства к размещению промышленных отходов различного класса опасности. Определены зависимости вместимости карьеров-полигонов от формы карьеров в плане и при различном соотношении сторон сооружаемых карт. Для определения возможной приемной емкости выработанного пространства карьеров, нами введен коэффициент вместимости выработанного пространства карьера ($K_в$), величина которого указывает на степень заполнения промышленными отходами ВПК, выражается в долях единицы и определяется отношением емкости карт, которые используются для заполнения промышленными отходами к объему выработанного пространства, в котором они размещаются. Размещение промышленных отходов II–III класса опасности в необводненной части карьеров, в обводненной части карьера промышленных отходов IV–V позволит использовать емкость карьера-полигона с максимальной эффективностью.

Ключевые слова: техногенные георесурсы, коэффициент вместимости, емкость для размещения промышленных отходов, карьер, полигон, сооружение.

В настоящее время вопрос размещения промышленных отходов в промышленно развитых регионах страны стоит особо остро. В частности, наибольшие объемы образования промышленных отходов (ПО) приходятся на горнодобывающую и перерабатывающие отрасли (см. таблицу) [1]. Для ввода в эксплуатацию новых полигонов для размещения ПО различных классов опасности (КО) требуется отчуждение десятков и сотен гектаров земель различного назначения, в том числе и сельскохозяйственного. Вопрос недостатка территорий в промышленно развитых регионах возможно решить за счет использования выработанного пространства карьеров (ВПК) в качестве емкости для размещения промышленных отходов, иначе как карьер-полигон. Формирование пространства карьеров с учетом их дальнейшего использования позволит относить такие горнотехнические объекты к новым видам продукции горного производства или к новым техногенным георесурсам, обладающим определенной экономической ценностью [2]. Ее величина должна быть учтена на стадии проектирования открытых горных работ и, в соответствии с ней, основные параметры карьера могут быть пересмотрены.

Среди ряда факторов, на ценность ВПК влияет объем размещаемых в нем отходов. Однако, не каждый карьер и не вся емкость карьера может быть использована для размещения ПО. Каждое месторождение полезных ископаемых обладает уникальными геологическими, гидрогеологическими условиями, местоположением и другими особенностями. Для того чтобы

Образование (использование и обезвреживание) отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации, млн т

Отрасль	2005	2006	2007	2008	2009
добыча полезных ископаемых	2506,2 (1070,4)	2923,5 (1144,5)	2785,2 (1829,4)	3402,4 (1723,6)	3066,5 (1469,4)
в том числе:					
добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	1498,6 (833,1)	1732,1 (918,9)	1636,3 (1051,1)	2089,9 (1320,3)	1984,9 (1132,5)
добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	1007,6 (237,3)	1191,4 (225,6)	1148,9 (778,3)	1312,5 (403,3)	1081,6 (336)
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	180,4 (65,4)	189,8 (81,5)	145,0 (39,8)	177,7 (67,0)	174,6 (79,8)

учесть ряд таких факторов, разработана классификация по определению пригодности карьерного пространства к размещению промышленных отходов различного класса опасности [3].

Основными факторами, влияющими на полноту использования емкости чаши карьера являются:

- уровень грунтовых вод;
- конфигурация выработанного пространства карьера в плане;
- наличие площадок на борту карьера для безопасной разгрузки транспорта;
- наличие транспортного доступа в карьер.

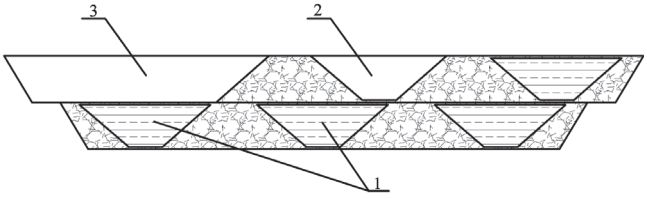


Рис. 1. Схема размещения ПО в выработанном пространстве: 1 – карты, заполненные ПО; 2 – сооруженная карта, без ПО; 3 – выработанное пространство карьера.

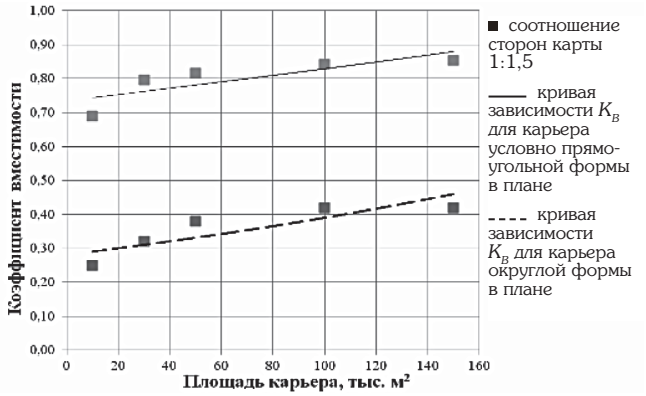


Рис. 2. Зависимость коэффициента вместимости карьера округлой и условно прямоугольной формы в плане от площади карьера

Проведенные исследования показали, что максимальное использование емкости карьера-полигона возможно при соблюдении следующих условий:

- размещение промышленных отходов V–IV КО в обводненной части карьера;
- размещение промышленных отходов III–II КО в необводненной части карьера.

В соответствии с рекомендациями СНиП 2.01.28–85 [4], отходы II–III КО предлагается размещать в специальных емкостях (картах), вытянутой формы в плане при соотношении сторон от 1:1,5 до 1:4. Используемый для создания карт материал будет занимать некоторую часть ВПК и, следовательно, приемная емкость карьера будет уменьшена.

В связи с разнообразием горно-геологических условий залегания полезных ископаемых и, соответственно, форм карьеров в плане, приемная емкость для карьеров имеющих форму в плане близкую к прямоугольной или вытянутую, может значительно превышать ту же емкость в карьере округлой формы.

Таким образом, для определения возможной приемной емкости выработанного пространства карьеров, нами введен *коэффициент вместимости выработанного пространства карьера* (K_B), величина которого указывает на степень заполнения промышленными отходами ВПК, выражается в долях единицы и определяется отношением емкости карт, которые используются для заполнения промышленными отходами к объему выработанного пространства, в котором они размещаются (рис. 1).

$$K_в = \frac{\sum_{i=1}^{I} V_к}{V_{в.п.к}}$$

где $V_К$ – объем карты, м^3; $V_{В.П.К.}$ – объем выработанного пространства карьера, м^3; I – количество карт, создаваемых в выработанном пространстве.

Для определения коэффициента вместимости карьера круглой и вытянутой формы в плане было проведено математическое моделирование размещения ПО в выработанном пространстве площадью от 1 до 15 га и глубиной 10 м, с учетом формирования в нем карт. Из графика на рис. 2 видно, что приемная емкость карьера-полигона зависит от формы карьера в плане.

Если обозначить ширину карьера через a, а длину через b, то, чем больше форма карьера приближается к прямоугольной или вытянутой

$$(m = \frac{a}{b} \to 0),$$

тем выше коэффициент вместимости. При увеличении площади карьера возрастает коэффициент вместимости, для карьеров вытянутой или близкой к прямоугольной форме в плане в среднем на 5%, для карьеров округлой формы от 10% при соотношении сторон 1:1 и до 20% при соотношении 1:3,5.

Так же, выявлены зависимости вместимости карьера-полигона от па-

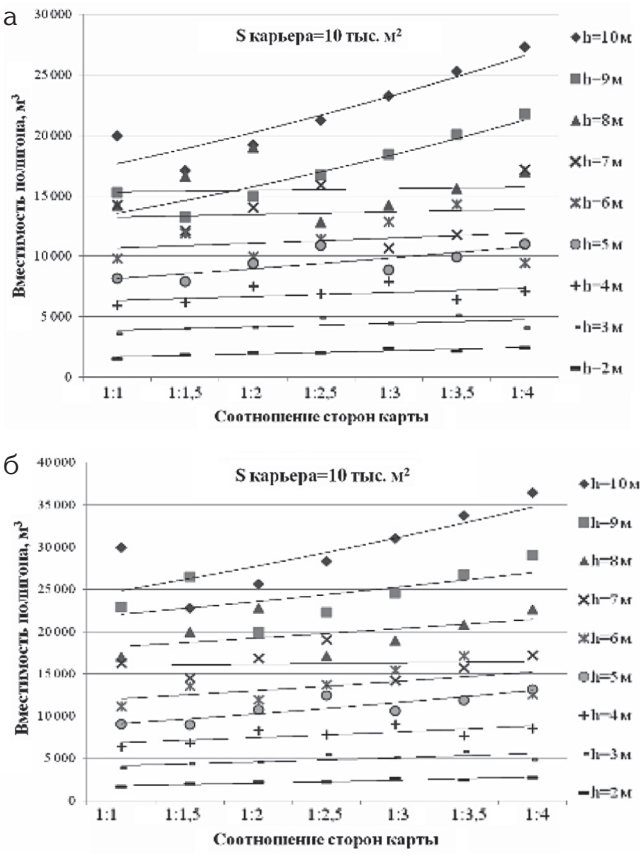


Рис. 3 Зависимость вместимости карьера-полигона округлой и условно прямоугольной формы от соотношения сторон карт при различной высоте полигона:

а – карьер округлой формы в плане, б – карьер условно прямоугольной формы в плане

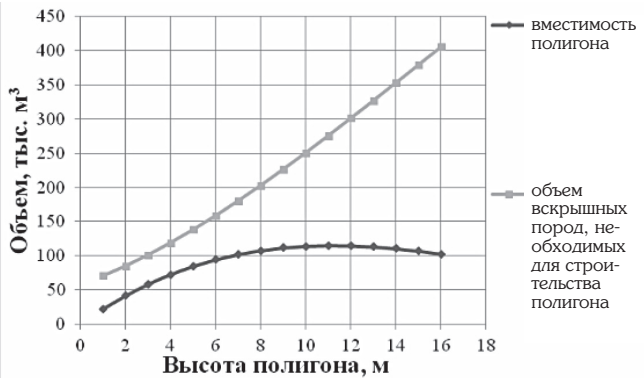


Рис. 4. Зависимость изменения объема полигона от его высоты при заданной площади основания

раметров карт (высоты и соотношения сторон карт) и постоянной площади (рис. 3).

Максимальная вместимость карьера-полигона наблюдается при соотношении сторон 1:4, т.е. тогда, когда карта имеет наиболее вытянутую форму в плане ($m \rightarrow 0$). В этом случае возможно сооружение большего количества карт, чем при меньшем соотношении сторон.

Оптимальная высота карт полигона должна определяться для конкретных условий размещения ПО. Для постоянной площади основания полигона (рис. 4), при возрастании его высоты значение приемной емкости достигает своего максимума и при дальнейшем увеличении высоты снижается, ввиду возрастания количества материала, требующегося для строительства полигона.

Использование ВПК в качестве полигонов для размещения промышленных отходов целесообразно в промышленно развитых регионах.

Приемная емкость карьера-полигона зависит от:

- формы карьера в плане;
- параметров карты высоты и размеров в плане;
- КО размещаемых отходов.

Размещение промышленных отходов II–III класса опасности в необводненной части карьеров, в обводненной части карьера промышленных отходов IV–V позволит использовать емкость карьера-полигона с максимальной эффективностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *По данным* Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Федеральная служба государственной статистики. Российский статистический ежегодник. 2010.

2. *Гавришев С.Е., Заляднов В.Ю., Пыталев И.А., Павлова Е.В.* Определение ценности техногенных георесурсов // Вестник МГТУ. – 2010. – № 2(30).

3. *Гавришев С.Е., Пыталев И.А., Козловский А.А., Павлова Е.В.* Классификация месторождений полезных ископаемых по пригодности выработанного пространства карьеров для размещения промышленных отходов // Черные металлы, специальный выпуск. – 2011. – С. 29–33.

4. *Пособие* по проектированию полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов (к СНиП 2.01.28–85).

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Гавришев Сергей Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, директор Института горного дела и транспорта, e-mail: ormpi-cg@mail.ru.
Заляднов Вадим Юрьевич – доцент, e-mail: zalyadnov@mail.ru,
Пыталев Иван Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, e-mail: vehicle@list.ru,
Павлова Елена Витальевна – ассистент, e-mail: Pavlova-mgn@rambler.ru,
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова.

UDC 622.271.3.012.3:658.567.1

DEFINITION OF RECEPTION CAPACITY OF THE FULFILLED SPACE OF OPEN-CAST MINES AT PLACING OF INDUSTRIAL WASTES OF A VARIOUS CLASS OF DANGER

Gavrishev S.E., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Director of the Institute of Mining and Transport, e-mail: ormpi-cg@mail.ru.
Zaljadnov V.Ju., Assistant Professor, e-mail: zalyadnov@mail.ru,
Pytalev I.A., Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, e-mail: vehicle@list.ru,
Pavlova E.V., Assistant of Chair, e-mail: Pavlova-mgn@rambler.ru,
Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov.

At formation of the fulfilled space of open-cast mines taking into account their further use for placing of industrial wastes, they are technogenic georesources. In article dependences of capacity of open-cast mines-ranges on the form of open-cast mines in the plan are defined and at a various parity of the parties of constructed capacities, at placing of industrial wastes of a various class of danger.

Key words: *technogenic georesources, capacity factor, capacity for placing of industrial wastes, an open-cast mine, range, a construction.*

REFERENCES

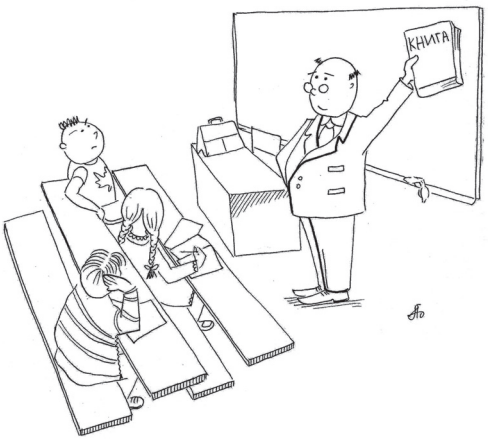
1. *Po dannym Federal'noj sluzhby po jekologicheskomu, tehnologicheskomu i atomnomu nadzoru. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik* (*Data of Federal Ecological, Technological and Nuclear Supervision Service. Federal Government Statistics Service. Russian Statistical Annual*), 2010.

2. Gavrishev S.E., Zaljadnov V.Ju., Pytalev I.A., Pavlova E.V. *Vestnik MGTU*, 2010, no 2(30).

3. Gavrishev S.E., Pytalev I.A., Kozlovskij A.A., Pavlova E.V. *Chernye metally*, special issu, 2011, pp. 29–33

4. *Posobie po proektirovaniju poligonov po obezvrezhivaniju i zahoroneniju toksichnyh promyshlennyh othodov (k SNiP 2.01.28–85)* (Manual on design of toxic industrial waste deactivation and disposal areas (added to Construction Standards and Regulations 2.01)).

РИСУЕТ ДАРЬЯ АБРЕНИНА



Так выглядит книга