

ИНСТРУМЕНТ КОРРЕКТИРОВКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ВСКРЫШИ ПО ОТВАЛАМ ДЕЙСТВУЮЩЕГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

А.В.СЕЛЮКОВ

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.Горбачева, Кемерово, Россия

Продолжающаяся эксплуатация угольных разрезов Кемеровской области системами открытой разработки с размещением вскрышных пород на внешних отвалах приводит к прогрессирующему изъятию земель сельскохозяйственного назначения. Такие системы разработки не всегда отвечают экологическим требованиям. Необходимо изыскивать более совершенные технологические решения, основанные на рациональном соотношении способов разработки и воздействия на окружающую среду. Сократить негативное влияние можно, изменив порядок отработки угольных разрезов и применив при этом системы разработки с внутренним отвалообразованием. Необходимо комплексно и целенаправленно управлять такими объектами, как выработанное пространство и отвалы вскрышных пород. В статье предлагается один из возможных путей решения, основанный на аккумулирующих способностях незаполненного выработанного пространства и внешних отвалах вскрышных пород. Инструментом выступает авторский подход, проиллюстрированный графической схемой баланса распределения пород вскрыши по отвалам. На примере действующего угольного разреза «Прокопьевский» показан и численно оценен механизм реализации предлагаемых методических подходов, позволяющих при проектировании карьеров более детально подходить к обоснованию инженерных решений.

Ключевые слова: угольный разрез, отвал вскрышных пород, регулирование баланса, объем пород.

Как цитировать эту статью: Селюков А.В. Инструмент корректировки распределения объемов вскрыши по отвалам действующего угольного разреза // Записки Горного института. 2016. Т.219. С.387-391. DOI 10.18454/PMI.2016.3.387

Развитие масштабов и технической оснащенности открытой угледобычи в Кемеровской области привлекает повышенное внимание в связи с ограниченностью сельскохозяйственных земель.

Повсеместно применяемые углубочные продольные системы разработки [3] (по классификации, предложенной академиком В.В.Ржевским) наиболее полно соответствуют простым по строению месторождениям, представленным одиночными пластами, когда обеспечивается полнота и качество выемки вследствие привязки вскрытия и развития фронта работ к одному пласту. При этом обеспечивается возможность размещения всего объема вскрышных пород или значительной его части в выработанном пространстве. При отработке сложноструктурных угольных залежей, к числу которых относится давляющее большинство месторождений Кемеровской области, использование углубочных продольных систем разработки приводит к необходимости размещения всех пород вскрыши на внешних отвалах, что влечет за собой увеличение темпов изъятия земельных угодий (рис.1, 2). Перемещение огромных объемов вскрыши на внешние отвалы, расположенные, как правило, на значительном расстоянии от забоев, приводит к росту количества транспортных средств и вспомогательного оборудования. Все это повышает затраты на добычу угля открытым способом и снижает его конкурентоспособность на рынке. Следовательно, применяемые системы разработки не всегда соответствуют современным экологическим требованиям, поэтому необходимо изыскивать более совершенные технологические решения.

В настоящее время практическая деятельность угольных разрезов Кемеровской области сопровождается единичными случаями применения систем открытой разработки наклонных и крутых залежей с размещением вскрышных пород в выработанном пространстве. Однако из научных публи-

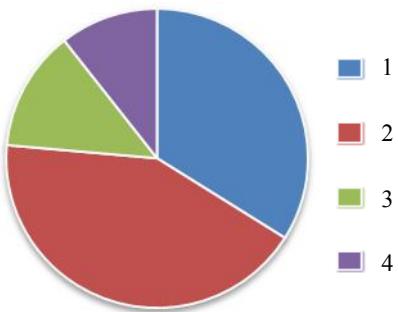


Рис.1. Укрупненная структура поэлементного нарушения сельскохозяйственных земель Кемеровской области открытыми горными работами в процентах
[<http://expert.ru/siberia>]

1 – карьерное поле; 2 – внешние отвалы; 3 – объекты инфраструктуры; 4 – прочие нарушения

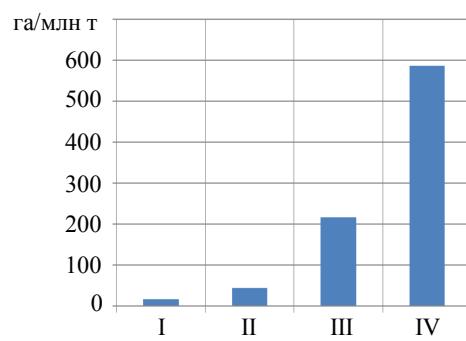


Рис.2. Землеемкость открытой угледобычи по состоянию на 2015 г. [<http://expert.ru/siberia>]: среднеотраслевая по РФ (I), по Кемеровской области (II), эксплуатационная среднеотраслевая по РФ (III) и эксплуатационная по Кемеровской области (IV)



каций [1, 2, 4, 5, 8] известно, что для наклонных и крутопадающих угольных залежей могут применяться следующие системы разработки с внутренним отвалообразованием: блоковая, углубочно-сплошная, поэтапно-углубочная, блочно-слоевая, челночно-слоевая.

Эти системы разработки характеризуются двумя этапами развития горных работ:

- 1) формирование первоначальной емкости в границах карьерного поля для внутренних отвалов;
- 2) отработка основной части карьерного поля со складированием вскрышных пород в выработанном пространстве карьера.

Сущность блоковой системы разработки заключается в следующем. Предварительно карьерное поле делится на отдельные блоки, разрабатываемые последовательно. Отработка первоочередного блока осуществляется по продольной углубочной системе разработки с транспортной технологией и вывозкой всего объема вскрыши на внешние отвалы. Последующий блок отрабатывается по той же технологии, что и первый, но вскрыша вывозится в выработанное пространство от первого блока. Вся порода во внутреннем отвале размещается с применением транспортной технологии.

Сущность поперечной системы разработки с созданием карьера первой очереди, по П.И.Томакову [8], заключается в следующем. В одном из торцов залежи от текущей глубины сооружают карьер ограниченных размеров до проектной глубины – так называемый карьер первой очереди. Основное назначение этого карьера – создание первоначальной емкости для размещения вскрышных пород при отработке оставшейся части залежи. После завершения строительства карьера первой очереди производят отработку оставшейся части залежи по простирианию с размещением пород вскрыши в выработанное пространство. После сооружения карьера первой очереди осуществляется переход на технологию с внутренним отвалообразованием.

В Кузнецком филиале НИИОГР и Кузбасском политехническом институте была разработана поэтапно-углубочная система разработки, сущность которой состоит в следующем. В одном из торцов угольной залежи сооружают от текущей глубины котлован вкрест простириания залежи на глубину, равную высоте уступа. Породу вскрыши вывозят на внешний отвал. После сооружения котлована породу от разработки первого горизонта размещают в выработанном пространстве. Углубка горных работ ведется до проектной глубины карьера. После этого рабочая зона становится постоянной и вся порода вскрыши перемещается во внутренний отвал.

Поперечная блочно-слоевая система разработки является дальнейшим развитием поперечной системы разработки с карьером первой очереди. Отличительная особенность – деление всего месторождения по простирианию на блоки и последовательная их отработка слоями сверху вниз.

Сущность челночно-слоевой системы разработки заключается в отработке месторождения горизонтальными слоями с разнонаправленным подвиганием фронта работ и размещением всех пород вскрыши в выработанном пространстве. Отработку месторождения начинают с сооружения в одном из торцов карьерного поля поперечной карьерной выемки на глубину отрабатываемого слоя. После сооружения подготовительной углубочной горной выработки на втором горизонте производят отработку второго горизонта (слоя) с размещением пород вскрыши в выработанном пространстве этого же горизонта. Породу вскрыши из внутреннего отвала первого горизонта перемещают во внутренний отвал этого же горизонта на поверхность внутреннего отвала нижележащего слоя. Затем направление подвигания фронта работ меняется на противоположное, т.е. отработка нижнего слоя ведется в обратную сторону. После отработки второго слоя осуществляют, при необходимости, углубку на третий горизонт (слой) с соблюдением всех технологических операций, указанных при углубке на второй горизонт, и изменением направления подвигания фронта работ на противоположное, и так до конечной глубины карьера.

Отдельные элементы таких систем разработки находят применение при составлении проектов разработок угольных разрезов «Кедровский», «Краснобродский», «Виноградовский», «Прокопьевский». Комплексный анализ данных показывает, что внедрение в проектную практику таких систем открытой разработки не лишено недостатков. В частности, при их реализации повсеместно наблюдается рассогласованность долевого участия внешнего и внутреннего отвалов в общем объеме извлекаемой вскрыши, т.е. объемы вскрышных пород, предназначенных для размещения во внутреннем отвале, приходится отсыпать во внешнем. Иными словами, формирование внутреннего отвала задерживается во времени. Основой таких недостатков являются современные требования к тем или иным разделам проекта и некорректность выполнения более глубоких детализированных теоретических проработок. К примеру, обоснование принятых инженерных решений базируется подчас на морально устаревших нормативно-справочных документах, и более детального обоснования вопроса чаще всего не требуется, ограничиваются лишь применением при проектировании отработанных за долгие годы морально устаревших «шаблонных» технологических решений. Применительно к разрезу «Прокопьевский» такие проектные решения были заложены в 2010 г. (проект выполнен инжиниринговой компанией ООО «Сибгеопроект»), корректировались в 2013 г. (документация изготовлена проектным

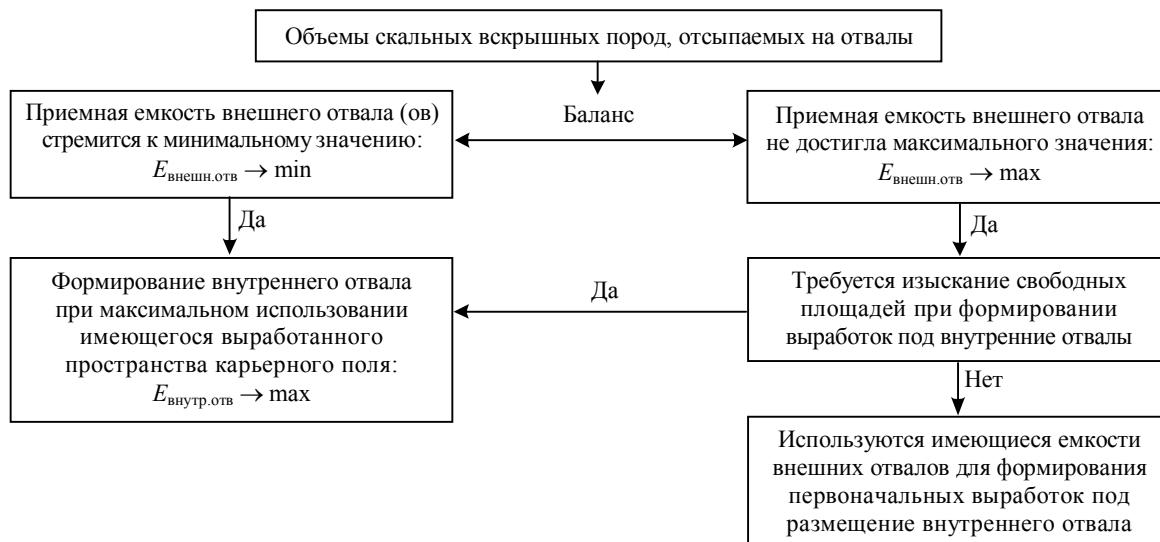


Рис.3. Логическая блок-схема представления укрупненного баланса распределения вскрышных пород, отсыпаемых на внешний или внутренний отвалы

институтом ОАО «Кузбассгирошахт», в настоящее время вновь предусматривается изменение проектных данных 2015-2016 годов (проект корректируется ООО «Сибгеопроект»).

В развитие методических положений к обоснованию способа регулирования распределения пород вскрыши по отвалам угольного разреза автором предлагается инструмент корректировки отсыпаемых пород вскрыши по внешним и внутренним отвалам посредством логической блок-схемы укрупненного баланса распределения вскрышных пород (рис.3).

Графическая модель баланса основана на разработке следующих теоретических вопросов:

1) методически обоснована точка отсчета момента времени (технологическая, экологическая или иная) перераспределения объемов вскрышных пород, отсыпаемых на внешнем отвале, с направлением их на внутренний отвал [6];

2) проанализирована динамика развития контуров карьерного поля во взаимоувязке с параметрами карьерного поля и внешнего отвала при достижении ими конечных размеров [7];

3) определены направление и цикличность развития контуров карьерного поля и внешнего отвала, исходя из момента перераспределения баланса вскрыши с внешнего отвала на внутренний [7];

4) установлено местоположение внешних отвалов, их количество, взаимное слияние, наличие свободных земель под отвальной емкость в горизонтальном пространстве между карьерным полем и внешним отвалом.

В отличие от ранее выполненных работ новизна заключается в том, что применительно к условиям разрезов Кемеровской области предложена интерпретация баланса распределения объемов вскрыши в процессе трансформации углубочной продольной системы разработки с преимущественно внешним отвалообразованием в поперечные сплошные системы разработки с максимальным складированием вскрышных пород в выработанном пространстве действующего карьерного поля.

Баланс распределения вскрышных пород, отсыпаемых на внешний или внутренний отвал, должен основываться только на фактическом положении горных работ, параметрах горных выработок и отвалов, динамике пространственного развития отвала и рабочей зоны карьера (рис.3). В логическую блок-схему в качестве дополнительного оценочного параметра внутреннего отвала следует вводить такую величину, как его конечная высота, отражающая уровень (полноту) заполнения вскрышными породами карьерной выемки или степень восстановления рельефа поверхности. В данном случае параметр является ограниченным и достаточным для полного восстановления поверхности до проектных рельефных отметок. В более ранних авторских публикациях дополнительный подход не рассматривался, а в проектах по угольным разрезам Кемеровской области вообще не затрагивается.

С точки зрения перераспределения вскрыши с внешнего отвала на внутренний отвал такая модель баланса является универсальной и охватывает всевозможные условия эксплуатации различных угольных разрезов.

Рассмотрим пример реализации модели баланса для условий разреза ООО «Прокопьевский» (Кемеровская область). Согласно данным по проекту, отработка карьерного поля предусматривается тремя блоками (блоковая система разработки):

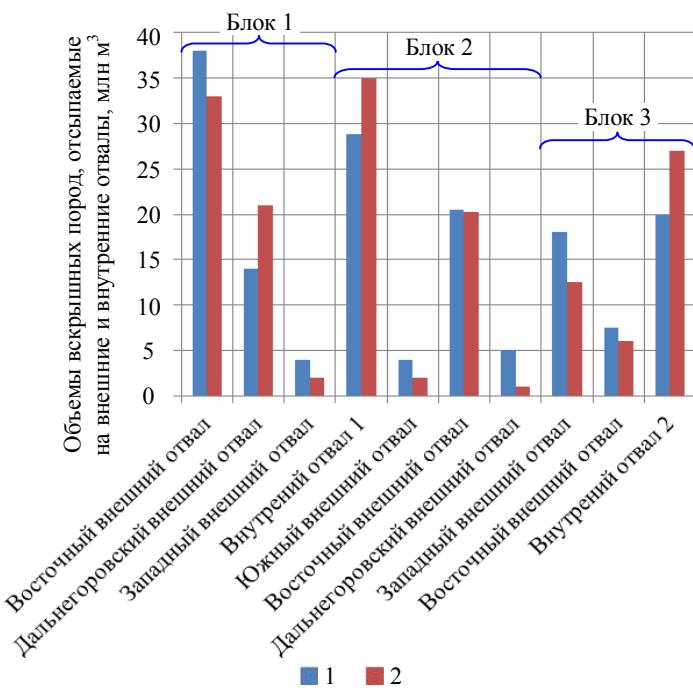


Рис.4. Гистограмма распределения объемов вскрышных пород по отвалам угольного разреза «Прокопьевский» через укрупненную графическую схему баланса

1 – проектные данные; 2 – корректировка объемов по графической схеме баланса (см. рис.3)

валов, увеличить объем отсыпки Внутреннего отвала 1 на 6,2 млн m^3 . При отработке третьего блока сокращение объемов складирования 5,5 млн m^3 и 1,5 млн m^3 соответственно при отсыпке внешних отвалов Западного и Восточного, прибавление объема 7 млн m^3 по Внутреннему отвалу 2. В целом суммарная корректировка складируемых объемов по отвалам равна 40,4 млн m^3 .

В отличие от проектных данных, максимальное заполнение карьерной выемки вскрышными породами при отработке второго и третьего блоков будет достигаться, когда на отвалы Внутренний 1 и 2 будет дополнительно направляться 13,2 млн m^3 вскрышной породы. Тогда будет достигнуто максимальное заполнение внутреннего отвала до проектных рельефных отметок.

Таким образом, совместный анализ проектной документации и практической деятельности угольного разреза по распределению объемов вскрыши, отсыпаемых на отвалы, через предлагаемый инструмент корректировки позволяет регулировать складируемые объемы с использованием больших аккумулирующих возможностей выработанного пространства карьера. В частности, по угольному разрезу «Прокопьевский», не нарушая технологические и геомеханические решения, заложенные в проекте в части отсыпки отвалов вскрышных пород, по совокупности можно снизить эксплуатационную землеемкость до 21 % .

ЛИТЕРАТУРА

1. Корякин А.И. Пути создания малоземлеемких технологий открытой угледобычи в Кузбассе // Вестник КузГТУ. 1991. № 2. С.60-62.
2. Михальченко В.В. Землесберегающая технология отработки наклонных и крутых залежей / В.В.Михальченко, С.А.Прокопенко, В.Г.Орлов // Уголь. 1991. № 5. С.44-46.
3. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч.2. Технология и комплексная механизация. М.: Недра. 1985. 549 с.
4. Рутковский Б.Т. Блоковый способ отработки месторождений открытым способом // Добыча угля открытым способом. 1972. № 1. С.81-87.
5. Саканцев Г.Г. Установление области применения внутреннего отвалообразования при открытой разработке круто падающих месторождений полезных ископаемых / Г.Г.Саканцев, В.И.Ческидов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2014. № 3. С.87-96.
6. Селюков А.В. О технологической значимости внутреннего отвалообразования при открытой разработке угольных месторождений Кемеровской области // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2015. № 5. С.23-34.
7. Селюков А.В. Оценка численного моделирования процесса адаптации внутреннего отвалообразования к режиму действующих карьерных полей Кемеровской области // Известия Томского политехнического университета. Инженеринг георесурсов. 2015. Т.326. № 12. С.60-71.

- первый блок – размещение пород предусматривается только на внешних автоотвалах (Восточный, Дальнегоровский, Западный);

- второй блок – размещение пород вскрыши как на внешних, так и внутреннем автоотвалах (Внутренний отвал 1, Южный внешний отвал; Восточный внешний отвал; Дальнегоровский внешний отвал);

- третий блок – Западный внешний отвал, Восточный внешний отвал, Внутренний отвал 2.

Отталкиваясь от уровня восстановления поверхности, корректировка через графическую схему баланса распределения будет представлена следующим образом (рис.4). При отработке первого блока необходимо снизить объем вскрышных пород при отсыпке Восточного и Западного внешних автоотвалов соответственно на 5 и 2 млн m^3 , а по Дальнегоровскому внешнему отвалу увеличить объем на 7 млн m^3 . По второму блоку снизить объемы на 2 млн m^3 , 4 млн m^3 и 200 тыс. m^3 при использовании емкостей соответственно Южного, Дальнегоровского и Восточного внешних автоотвалов, увеличить объем отсыпки Внутреннего отвала 1 на 6,2 млн m^3 . При отработке третьего блока сокращение объемов складирования 5,5 млн m^3 и 1,5 млн m^3 соответственно при отсыпке внешних отвалов Западного и Восточного, прибавление объема 7 млн m^3 по Внутреннему отвалу 2. В целом суммарная корректировка складируемых объемов по отвалам равна 40,4 млн m^3 .

В отличие от проектных данных, максимальное заполнение карьерной выемки вскрышными породами при отработке второго и третьего блоков будет достигаться, когда на отвалы Внутренний 1 и 2 будет дополнительно направляться 13,2 млн m^3 вскрышной породы. Тогда будет достигнуто максимальное заполнение внутреннего отвала до проектных рельефных отметок.

Таким образом, совместный анализ проектной документации и практической деятельности угольного разреза по распределению объемов вскрыши, отсыпаемых на отвалы, через предлагаемый инструмент корректировки позволяет регулировать складируемые объемы с использованием больших аккумулирующих возможностей выработанного пространства карьера. В частности, по угольному разрезу «Прокопьевский», не нарушая технологические и геомеханические решения, заложенные в проекте в части отсыпки отвалов вскрышных пород, по совокупности можно снизить эксплуатационную землеемкость до 21 % .

ЛИТЕРАТУРА

1. Корякин А.И. Пути создания малоземлеемких технологий открытой угледобычи в Кузбассе // Вестник КузГТУ. 1991. № 2. С.60-62.
2. Михальченко В.В. Землесберегающая технология отработки наклонных и крутых залежей / В.В.Михальченко, С.А.Прокопенко, В.Г.Орлов // Уголь. 1991. № 5. С.44-46.
3. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч.2. Технология и комплексная механизация. М.: Недра. 1985. 549 с.
4. Рутковский Б.Т. Блоковый способ отработки месторождений открытым способом // Добыча угля открытым способом. 1972. № 1. С.81-87.
5. Саканцев Г.Г. Установление области применения внутреннего отвалообразования при открытой разработке круто падающих месторождений полезных ископаемых / Г.Г.Саканцев, В.И.Ческидов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2014. № 3. С.87-96.
6. Селюков А.В. О технологической значимости внутреннего отвалообразования при открытой разработке угольных месторождений Кемеровской области // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2015. № 5. С.23-34.
7. Селюков А.В. Оценка численного моделирования процесса адаптации внутреннего отвалообразования к режиму действующих карьерных полей Кемеровской области // Известия Томского политехнического университета. Инженеринг георесурсов. 2015. Т.326. № 12. С.60-71.



8. Томаков П.И. Природоохранные технологии открытой разработки крутых и наклонных угольных месторождений Кузбасса / П.И.Томаков, В.С.Коваленко // Уголь. 1992. № 1. С.16-20.

Автор А.В.Селюков, канд. техн. наук, доцент, alex-sav@rambler.ru (Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.Горбачева, Кемерово, Россия)
Статья принята к публикации 10.02.2016.

TO CORRECT THE DISTRIBUTION OF THE VOLUME OF OVERBURDEN WASTE DUMPS EXISTING COAL MINE

A.V.SELYUKOV

T.F.Gorbachev Kuzbass state technical university, Kemerovo, Russia

The continued operation of the coal mines of the Kemerovo region with an open development system based with the placement of overburden on the outer-shafts, contributes to the progressive growth of withdrawal of land for agricultural purposes. Widely used, such systems develop not always reflect environmental requirements, and the need to find better technological solutions are based on approaches with upgraded bases science and technological focus coordination of the development methods and the who's actions on the environment. To reduce the negative effects perhaps modifying smacking dock of mining coal, applying system development with internal dumping. The identification of the causes of a small implement such approaches and their elimination in domestic production should be based on integrated and targeted management of such objects, as internal dump and overburden dump. The article proposes one of possible solutions based on accumulating abilities blank-out space and an external overburden dump. The tool supports the author's approach distinct illustrative graphic diagram of the balance of the overburden heaps. On the example of the coal mine "Prokop'jevski" shows the number of estimated and the mechanism of implementation of the proposed methodological approaches. The practical significance lies in the fact that reveals a number of features to help in the design of quarries more detailed approach to the justification of engineering solutions.

Key words: coal mine, the overburden rocks, the adjustment of the balance, the volume of rocks.

How to cite this article: Selyukov A.V. To correct the distribution of the volume of overburden waste dumps existing coal mine. Zapiski Gornogo instituta. 2016. Vol.219, p.387-391. DOI 10.18454/PMI.2016.3.387

REFERENCES

1. Korjakin A.I. Puti sozdaniya malozemleemkikh tekhnologii otkrytoi ugledobychi v Kuzbasse (*The way of creating a little land open technology of coal mining in Kuzbass*). Vestnik KuzGTU. 1991. N 2, p.60-62.
2. Mihal'chenko V.V., Prokopenko S.A., Orlov V.G. Zemlesberegayushchaya tekhnologiya otrobotki naklonnykh i krutykh zalezhei (*Earth saving technology of mining of inclined and steep deposits*). Ugol'. 1991. N 5, p.44-46.
3. Rzhevskij V.V. Otkrytye gornye raboty. Ch.2. Tekhnologiya i kompleksnaya mekhanizatsiya (*Open-pit mining, part 2. Technology and complex mechanization*). Moscow: Nedra. 1985, p.549.
4. Rutkovskij B.T. Blokovyi sposob otrobotki mestorozhdenii otkrytym sposobom (*Block method of mining the deposits by open pit mining*). Dobycha uglya otkrytym sposobom. 1972. N 1, p.81-87.
5. Sakancev G.G., Cheskidov V.I. Ustanovlenie oblasti primeneniya vnutrennego otvaloobrazovaniya pri otkrytoi razrabortke krutopadayushchikh mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh (*Determining the scope of internal dumping in opencast mining of steeply dipping mineral deposits*). Fiziko-tehnicheskie problemy razrabortki poleznykh iskopaemykh. 2014. N 3, p.87-96.
6. Seljukov A.V. O tekhnologicheskoi znachimosti vnutrennego otvaloobrazovaniya pri otkrytoi razrabortke ugol'nykh mestorozhdenii Kemerovskoi oblasti (*About the technological significance of internal dumping in opencast mining of coal deposits in Kemerovo region*). Fiziko-tehnicheskie problemy razrabortki poleznykh iskopaemykh. 2015. N 5, p.23-34.
7. Seljukov A.V. Otsenka chislennogo modelirovaniya protsessa adaptatsii vnutrennego otvaloobrazovaniya k rezhimu deistvushchikh kar'ernykh polei Kemerovskoi oblasti (*Evaluation of numerical simulation of the process of adapting internal dumping mode to the existing career fields of the Kemerovo region*). Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 2015. Vol.326. N 12, p.60-71.
8. Tomakov P.I., Kovalenko V.S. Prirodookhrannye tekhnologii otkrytoi razrabortki krutykh i naklonnykh ugol'nykh mestorozhdenii Kuzbassa (*Environmental technology open pit mining of steep and inclined coal deposits of Kuzbass*). Ugol'. 1992. N 1, p.16-20.

Author A.V.Selyukov, PhD of Engineering Sciences, Associate Professor, alex-sav@rambler.ru (*T.F.Gorbachev Kuzbass state technical university, Kemerovo, Russia*)

Manuscript Accepted 10.02.2016.