

**К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВНОМ ОСВОЕНИИ ТЕХНОГЕННЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ**

Проанализовано основні положення, проектні завдання, техніко-економічні обґрунтування і техно-робочі проекти, виконані в різні роки ДП «ДП «Кривбаспроект» з метою розкриття запасів родовищ, розробки і подальшого нарощування потужностей гірничо-збагачувальних комбінатів. Історичний екскурс прийнятих рішень по проектуванню ГЗК зумовлює вибір раціональної технології видобутку руди на рівні комплексного використання мінеральних ресурсів родовища. Запропоновані схеми ведення гірничих робіт мають рекомендаційний характер

**TO THE QUESTION ABOUT PERSPECTIVE DEVELOPMENT OF
TECHNOGENIC DEPOSITS OF MINING-CONCENTRATE PLANTS**

Substantive provisions, project tasks, feasibility studies and technic-work projects, executed in different years by SE «SPI «Krivbassproekt» are analyzed in this article with the purpose of the deposits reserves opening, development and further power increase of mining-concentrate plants. Historical digression of the accepted decisions on planning of MCPs predetermines the choice of rational technology of ore extraction at the level of the complex use of mineral resources of the deposit. The offered charts of conduction of mountain works have recommendation character.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Обеспечение добычи или обособленного временного складирования попутно извлекаемых вскрышных пород необходимо осуществлять на государственном уровне.

Разработка государственных стандартов отработки месторождений полезных ископаемых и стимулирование предприятий горно-металлургического комплекса за счет усовершенствования экономических и организационных факторов предполагается расчетом коэффициента комплексности $K_{ком}$ использования минеральных ресурсов месторождения, который определяется по формуле (1)

$$K_{ком} = \frac{N}{N'}, \quad (1)$$

где N и N' – количество полезных компонентов или видов вскрышных пород данного месторождения, которые соответственно используются и могут быть использованы [1].

В наше время существует ряд горных предприятий, на которых используются некоторые виды вскрышных пород, но в незначительных объемах (в сравнении с запасами и потребностями регионов). В этих случаях оценка полноты использования ресурсов месторождения коэффициентом комплексности будет односторонней. Необходимо учитывать и количественную сторону.

Для этого следует применять коэффициент полноты использования $K_{н.и.}$ минеральных ресурсов месторождения, который определяется по формуле

$$K_{н.и.} = \frac{V_p}{V_p'}, \quad (2)$$

где V_p – суммарный объем всех видов ресурсов месторождения, которые добываются и используются; V_p' – суммарный объем всех видов ресурсов месторождения, которые могут быть использованы.

Такой подход к решению комплексного рационального использования минеральных ресурсов страны приведет к расширению сырьевой базы месторождений промышленного значения и ассортимента выпускаемой продукции предприятиями горнорудной отрасли, уменьшит вредное влияние на окружающую среду за счет уменьшения земельных отводов под проектируемые отвальные емкости.

Анализ исследований и публикаций. Ситуация, которая сложилась на мировом рынке железорудного сырья в 2009 году, привела к падению цен, что объяснялось значительным падением цен на сталь и, как следствие, требование металлургов о снижении цен на сырье, с целью сохранения минимального уровня рентабельности предприятий, за счет уменьшения себестоимости производимой продукции [2].

Однако принятые решения предприятий о снижении объемов вскрышных работ на карьерах являются отрицательным фактором, так как в дальнейшем приводят к снижению объемов добычи соответственно. Следовательно, выбранный ГОКаами экстенсивный рост производства, при котором увеличение выпуска продукции не сопровождается технико-экономическим прогрессом, приводит к техническому застою. Осуществлять экономический рост только экстенсивным путем невозможно, ведь он приводит к постепенному истощению природных, людских и инвестиционных ресурсов.

При интенсивном типе экономического роста увеличение масштабов выпуска продукции достигается путем качественного совершенствования факторов производства – внедряются более прогрессивные средства производства, повышается уровень использования сопутствующих вскрышных пород месторождения полезных ископаемых, улучшается использование имеющегося производственного потенциала путем совершенствования организации производства, использования новых технологий обогащения.

Постановка задачи. Решение проблем дальнейшей разработки техногенных месторождений минерального сырья, с соблюдением норм и правил безопасного ведения горных работ открытым способом в стесненных условиях, позволит поддерживать более низкий эксплуатационный коэффициент вскрыши (за счет комплексного использования минеральных ресурсов месторождения), что приведет к пропорциональному увеличению денежного потокового эффекта и чистой прибыли действующих горнодобывающих предпри-

ятий.

Изложение материала и результаты. Первоначальное ведение горных работ на техногенных месторождениях минерального сырья, осуществляющееся по традиционной схеме, с подвиганием добычных и вскрышных работ не предоставляется возможным (в связи с тем, что не всегда соблюдается селективное складирование разнотипных пород). Преимущественно отработку необходимо производить отдельными участками с постановкой рабочих бортов во временно нерабочее положение.

Таким образом, согласно «Правил охраны труда...» [3] необходимо предусматривать организационные меры, направленные на безопасное ведение горных работ на участках бортов, которые имеют отклонение от норм технологического проектирования. В стесненных условиях горных работ при расконсервации временно нерабочих уступов и постановке борта на предельное положение допускается отработка сдвоенных уступов высотой $24 \div 30$ м, а отработка горной массы ведется послойно при высоте уступа $12 \div 15$ м.

Ниже изложенные мероприятия рассматривают необходимые меры по безопасному ведению горных работ на участках техногенных месторождений минерального сырья не соответствующих требованиям нормативных актов по параметрам элементов системы разработки карьера: высоты уступов, углов откосов, ширины рабочих площадок, предохранительных и транспортных берм.

Следует отметить, что необходимо обеспечить постоянный контроль за состоянием бортов и уступов, горное и транспортное оборудование, транспортные коммуникации, линии электропередач и связи располагать на рабочих площадках за границами призмы обрушения. При появлении признаков сдвижения работы прекращаются до разработки специальных мер безопасности.

Мероприятия по безопасности при работе одноковшовых экскаваторов на участках техногенных месторождений минерального сырья, которые имеют отклонение от норм технологического проектирования.

При отработке уступов необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- экскаватор необходимо устанавливать под углом 45° к борту;
- работа должна производиться только под контролем ИТР участка;
- экскаватор (под бортом) должен работать на вытянутую рукоять ковша;
- запрещается нахождение людей между экскаватором и откосом уступа;
- допуск бригад по ремонту и обслуживанию экскаватора производить после отгона его на безопасное расстояние от забоя;
- в необходимых условиях работа экскаватора должна вестись поперечными заходками;

- экипаж экскаватора должен состоять из 2-х человек. Между машинистом экскаватора и горным мастером должна постоянно поддерживаться радиосвязь;
- помощник машиниста экскаватора должен постоянно находиться в зоне видимости машиниста возле экскаватора, и в случае возникновения сдвижения горной массы, предупредить машиниста экскаватора;
- автосамосвалы устанавливаются не ближе 7 м к откосу и перпендикулярно ему;
- со стороны вышележащего уступа экскаватор отсыпает улавливающий вал с отступлением от борта на 1 м;
- параллельно экскавации производится оборка уступа. При обнаружении навесей, «kozyрьков» при оборке борта, работы немедленно прекращаются. Оборудование выводится в безопасное место, и принимаются меры по ликвидации опасности.

Схема ведения горных работ представлена на рис. 1.

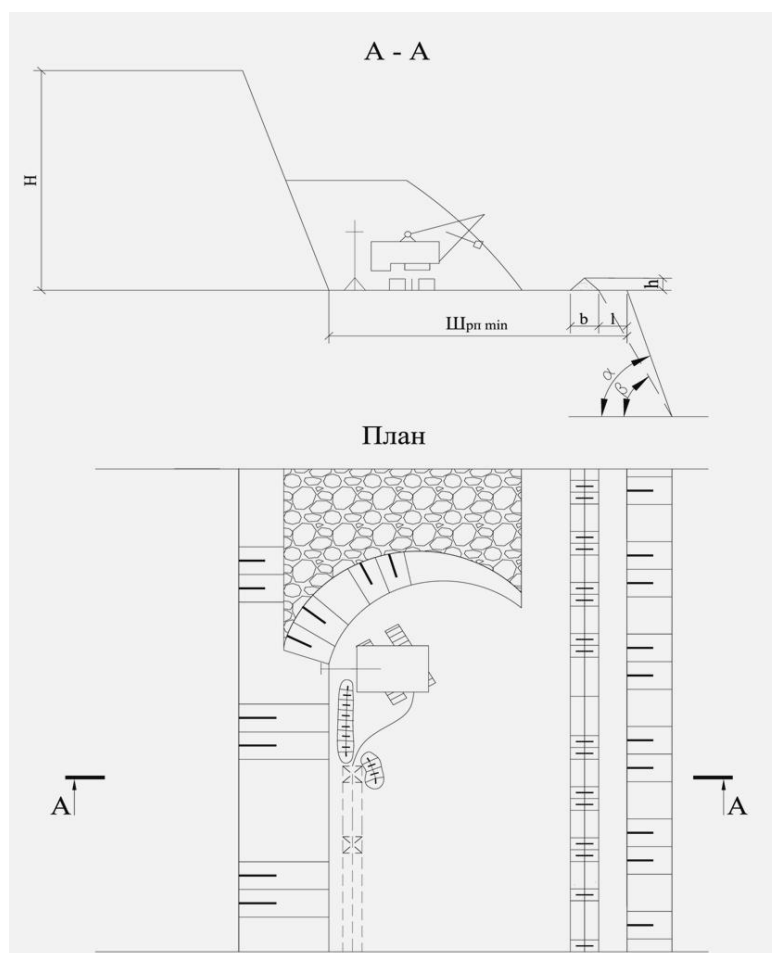


Рис. 1 – Схема ведения горных работ

В приведенных схемах (рис.1-3) приняты следующие условные обозначения:

Шпрп min – минимальная ширина рабочей площадки, м;

H – высота уступа, м;
 α – угол откоса уступа, град;
 β – угол естественного откоса, град;
 h – высота ограждающего вала, м;
 b – ширина насыпного ограждения по основанию, м;
 l – ширина призмы обрушения, м;
 m – расстояние от нижней бровки вышележащего уступа до опоры линии электропередач, м;
 n – минимальное расстояние от опоры линии электропередач до хозяйственной автодороги, м;
Шпч – ширина хозяйственной автодороги, м;
 C_3 – минимальное расстояние от кромки проезжей части до оси скважины, м;
 $R_{пр}$ – рабочий радиус поворота автосамосвала, м;
 O_6 – обочина автомобильной дороги, м;
 A – ширина экскаваторной заходки, м;
 m_0 – минимальное расстояние от ж/д пути до нижней бровки уступа, м;
 m_1 – минимальное расстояние от ж/д пути до опоры линии электропередач, м

Мероприятия по безопасности при работе автомобильного и железнодорожного транспорта на участках техногенных месторождений минерального сырья, которые имеют отклонение от норм технологического проектирования.

При эксплуатации автомобильного транспорта необходимо руководствоваться Правилами дорожного движения и Правилами по охране труда на автомобильном транспорте.

Скорость и порядок движения автомобилей, автомобильных и тракторных поездов на дорогах техногенных месторождений минерального сырья определяется с учетом дорожных условий. Движение на технологических дорогах необходимо регулировать соответствующими знаками.

На участках автомобильных дорог временно несоответствующих, нормативным параметрам устанавливаются дополнительные знаки.

Расстояние между транспортными сосудами и контргрузом экскаватора должно быть не менее 1 м.

Запрещается во время работы экскаватора пребывание людей (включая и обслуживающий персонал) в зоне действия ковша.

При погрузке автомобилей экскаваторами должны выполняться следующие условия:

- ожидающий погрузки автомобиль должен находиться за пределами радиуса действия экскаваторного ковша и становиться под погрузку только после разрешающего сигнала машиниста экскаватора;
- автосамосвалы устанавливаются не ближе 7 м к откосу и перпендикулярно ему;

- находящийся под погрузкой автомобиль должен быть заторможен;
- погрузка в кузов автомобиля должна производиться только сбоку или сзади; перенос экскаваторного ковша над кабиной автомобиля *запрещается*;
- загруженный автомобиль должен следовать к пункту разгрузки только после разрешающего сигнала машиниста экскаватора.

Схема рабочей площадки при работе автомобильного транспорта представлена на рис. 2.

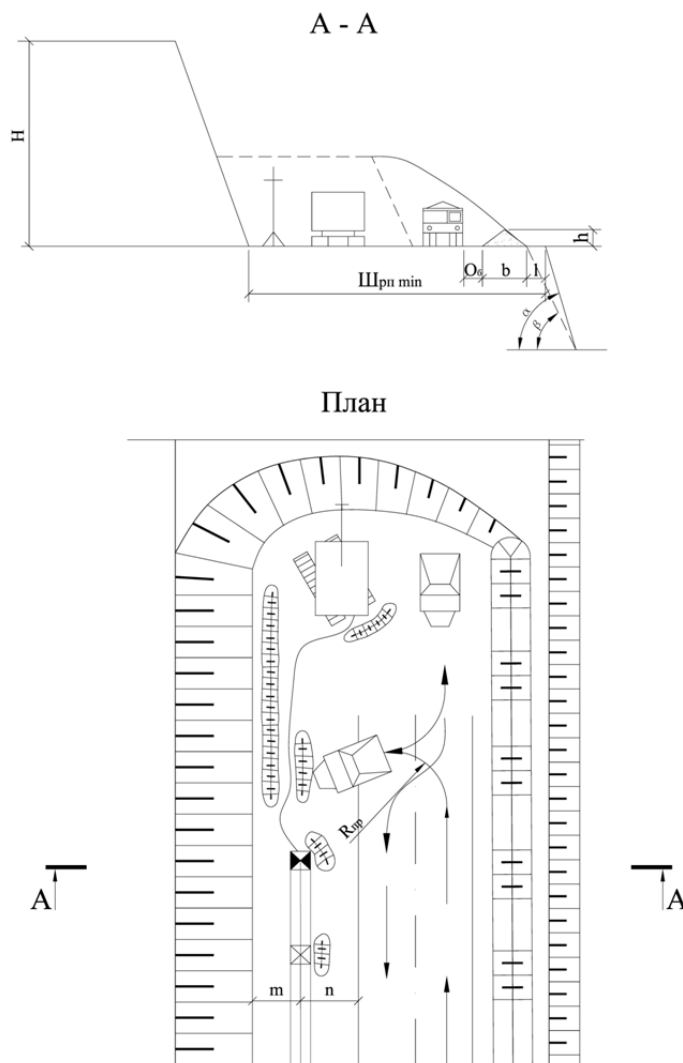


Рис. 2 – Схема рабочей площадки при работе автомобильного транспорта

Схема рабочей площадки при работе железнодорожного транспорта представлена на рис. 3.

Оценка геологической и технологической изученности ресурсов железосодержащих песков хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов.

Технологическая схема вскрытия участков железосодержащих песков предусматривает применение экскаваторов ЭШ-6,5/45 и включает в себя очистку кровли забоя от кондиционных песков, засоренных растительностью и корневой системой на глубину 1,0 м.

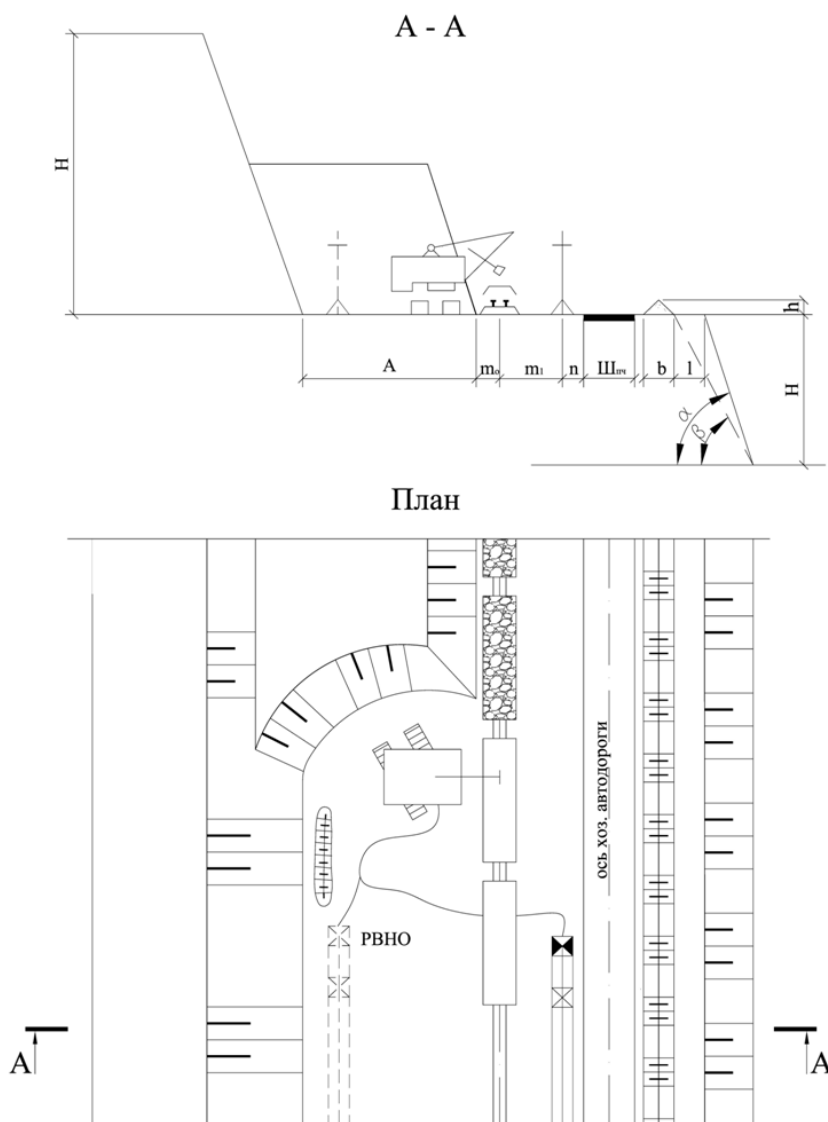


Рис. 3 – Схема рабочей площадки при работе железнодорожного транспорта

Экскаватором ЭШ-6,5/45 осуществляется снятие и складирование кондиционных песков по периметру участка хвостохранилища, но не ближе 50 м от разделительной или ограждающей дамбы.

Разработка железосодержащих песков может быть с использованием шагающего экскаватора ЭШ-6,5/45 и подачи в зумпф землесосной установки и гидромонитора в сочетании с плавучими землесосными земснарядами.

Для сокращения среднего расстояния транспортирования железосодержащих песков из забоя драглайна ЭШ-6,5/45 к зумпфу, каждая часть обрабатываемого участка хвостохранилища разделяется на два участка, с устройством в каждой передвижного зумпфа землесосной установки.

Следует отметить, что разработку железосодержащих песков целесообразно выполнять плавучими земснарядами типа 350-50Л (СУГМ), транспортировку лежалых песков осуществлять на фабрику.

Разработку песков необходимо производить не ближе 50 м от низового откоса дамб хвостохранилища. Средняя мощность разрабатываемых песков по технологическим возможностям земснаряда будет составлять 18 м. Угол откоса подводной части уступа, обрабатываемого земснарядами в стоячей воде, соответствует $10^\circ \div 15^\circ$. Угол откоса надводной части уступа соответствует 30° . Удельный расход воды на разработку 1 м^3 грунта составляет 11 м^3 .

Оптимальная ширина заходки по урезу воды равняется 26 м.

Средняя величина недобора песков составляет 0,5 м. Недобор песков осуществляется с целью исключения разработки земснарядом подстилающей непродуктивной толщи на дне обрабатываемого участка хвостохранилища и считается потерей полезного ископаемого.

При производительности земснаряда $3600 \text{ м}^3/\text{час}$, допустимая глубина разработки песков составляет 10 м. Высота надводного забоя – 8 м. Расстояние между рыхлителем и надводным забоем должно быть не менее 25 м.

После полной отработки ресурсов железосодержащих песков участков хвостохранилища в его ёмкости возможно осуществлять сброс хвостов обогащения.

Таким образом, ГОКом по мере уплотнения хвостов следует организовать бурение скважин для подтверждения качественной характеристики железосодержащих песков хвостохранилищ. Целесообразность добычи и обогащения заскладированных хвостов необходимо обосновать отчетом о результатах геологоразведочных работ по оценке подсчета запасов, а также выполнить предпроектные проработки по разработке разведанных участков.

Выводы и направления дальнейших исследований. Одной из важнейших задач дальнейшего развития горнодобывающей промышленности Кривбасса является освоение технологии обогащения железистых кварцитов окисленных разностей. Добыча магнетитовых кварцитов на карьерах действующих ГОКов сопровождается попутной выемкой большого количества кондиционных окисленных кварцитов, условно отнесенных, к вскрышным породам. Ранее трудность обогащения сдерживала их освоение, однако в настоящее время существуют технологические комплексы сухого обогащения окисленных железных руд, разработанные и успешно зарекомендованные в работе не один год научно-производственной фирмы «Продэкология» (Украина, Ровно).

Еще в 1987 году сотрудниками институтов «Кривбасспроект» и «Механобрчермет» было выполнено «ТЭО промышленного значения и временных кондиций для подсчета запасов окисленных железистых кварцитов Ингулецкого месторождения», которым рекомендовалось использовать их для получения товарного концентрата после 2001 года, однако до настоящего времени окисленные железистые кварциты продолжали селективно складировать в отвал №2. В принятом и утвержденном ПАО «ИнГОК» «ТЭО определения перспективных границ и производительности карьера ПАО «ИнГОК» ГП «ГПИ «Кривбасспроект» предложена схема грузопотоков горной массы, складирования окисленных кварцитов и их переработки начиная с 2018 года и до кон-

ца отработки Ингулецкого месторождения.

Данные проектные решения были учтены при выполнении корректировки рабочего проекта «Расширение отвала №2», однако руководством ГОКа была направлена справка о полном списании с учета забалансовых запасов окисленных кварцитов Ингулецкого месторождения, что противоречит ранее выполненным основным техническим решениям на протяжении всей производственной деятельности Ингулецкого горно-обогатительного комбината.

Следовательно, проблема переработки окисленных кварцитов требует незамедлительного решения. Для этого в ближайшее время необходимо провести промышленное испытание прогрессивных технологических схем обогащения окисленных гематит-магнетитовых кварцитов и положительно решить вопрос о строительстве фабрик по обогащению окисленных руд или же обеспечить их селективное временное складирование.

Остро стоит вопрос селективной выемки и отдельного складирования известняков Ингулецкого месторождения, пригодность которого для получения строительной извести и цемента установлена Днепропетровским научно-исследовательским институтом строительной промышленности по 3 технологическим лабораторным пробам массой 100 кг каждая, отобраным Криворожской ГРЭ «Кривбассгеология» при доразведке месторождения в 1989-1994 годах. Лабораторными испытаниями определены физико-механические свойства: объемная плотность - 1,48-2,15 т/м³, пористость - 19,17-43,45%, водопоглощение - 4,0-21,7%, временное сопротивление одноосному сжатию - 54,76-238,0 МПа и химический состав известняков: СаО - 47,42%, MgO - 0,24%, Fe₂O₃ - 0,97%, Al₂O₃ - 1,32%, потери при прокаливании - 38,12%, нерастворимый остаток - 11,97%.

На сегодняшний день публичное акционерное общество «ХайдельбергЦемент Украина» в качестве сырьевой базы рассматривает Марьянское месторождение цементного сырья, которое находится в 55 км от города Кривой Рог.

Непосредственно на площади Марьянского месторождения известняки не добывались. Основным полезным ископаемым являются сарматские оолитовые известняки. Над сарматскими карбонатными породами залегают почвенно-растительный пласт, суглинки, красно-бурые глины (рыхлая вскрыша) и понтические известняки с прослойками некондиционных глин (скальная вскрыша). Качество среднесарматских известняков характеризуется результатами испытаний материала 401 пробы, отобранных при проведении геологической разведке закрытым акционерным обществом «Укргеолстром» Донецкой геологоразведочной партии, а также 17 проб предыдущих изысканий. Химический состав описанных разновидностей полезного ископаемого, выполненных лабораторных испытаний приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав среднесарматских известняков Марьянского месторождения

Содержание качественных показателей, %									
	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O + Na ₂ O	P ₂ O ₅	нераств. остаток
от	33,57	0,24	0,52	0,02	0,08	след.	0,03	0,02	0,54
до	54,98	3,38	30,78	2,4	3,62	0,75	1,00	0,21	19,08
Среднее по месторождению	52,81	0,85	3,06	0,67	0,36	0,017	0,21	0,028	3,31
К-во определений	418	418	418	418	418	262	225	225	418

Более детальное изучение необходимого полезного ископаемого на ранее малоисследованных, но перспективных площадях территории Марьянского месторождения цементного сырья, возможно в дополнительных капиталовложениях для осуществления опытно-промышленной добычи полезного ископаемого и окончательной обработкой полученных данных, геолого-экономической оценкой промышленных запасов цементного сырья и утверждением их в ГКЗ Украины.

Учитывая современные тенденции увеличения производительности предприятия по производству портландцемента марки «500», ПАО «ХайдельбергЦемент Украина» в ближайшее время следует осуществить строительство опытно-промышленного участка по добыче цементного сырья Марьянского месторождения или же рассмотреть вопрос добычи (подрядным или субподрядным способом) известняков Ингулецкого месторождения, запасы которых на сегодняшний день вскрыты и подготовлены к промышленной разработке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов, О.М. Ресурсозберігаюча та маловідходна технологія. Підручник для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямком «Гірництво» / О.М.Михайлов, А.Г.Темченко, В.О.Ковалевский.- Кривий Ріг: Мінерал, 2003. – 298с.
2. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2008-2009 гг. – ГП «НИГРИ», 2010.
3. НПАОП 0.00-1.24-10. Правила охраны труда при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом». - Харьков, 2010

А.В. Яворський, к.т.н., доц.,

О.О. Яворська, к.т.н., доц.

(ДВНЗ «Національний гірничий університет»)

РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ДЕФОРМАЦІЇ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІТИЧНОГО РІШЕННЯ ПЛОСКОЇ ЗАДАЧІ ГЕОМЕХАНІКИ

Приведены результаты аналитического решения плоской задачи геомеханики в перемещениях для подрабатываемого массива. Использована модель двухслойной среды «насосы – карбон».

CALCULATING INDEXES OF THE SURFACE DEFORMATION USING ANALYTICAL SOLUTION OF PLANE PROBLEMS OF GEOMECHANICS

The results of the analytical solution of plane problems of geomechanics during displacements in undetermined massif are given. The model of two-layer medium, "overburden - carbon" has been used.

Вступ. Пошук і реалізація оптимального варіанта технології підземної розробки вугільного родовища, при якому наноситься найменший збиток природі і охоронюваним об'єктам при забезпеченні необхідного рівня видобутку, повинні здійснюватися на основі аналізу напружено-деформованого стану всієї товщі порід підроблюваного масиву.

У разі відпрацювання вугільного пласта під охоронюваними об'єктами комплексно-механізованими лавами для планування гірничих робіт, вибору способу управління покрівлею в очисних вибоях і швидкості переміщення лав необхідно встановити межі областей підвищеного гірського тиску навколо очисної виробки, а для розробки способів захисту охоронюваних об'єктів потрібно знати зміщення та деформації земної поверхні.

Стан питання. Межі зон підвищеного гірничого тиску і параметри механізованого кріплення в даний час визначаються відповідно до «Рекомендацій з управління покрівлею і кріпленню очисних вибоїв» [6]. У них, однак, не розглядаються особливості формування зон підвищеного гірського тиску в конкретних гірничо-геологічних умовах, не враховуються характер розподілу і рівень концентрації напружень навколо очисного вибою, швидкість його переміщення, реологічні властивості вміщуючих порід, хоча всі ці фактори суттєво впливають на стан покрівлі. Крім того, не аналізуються зміщення і деформації земної поверхні.

При розрахунку ж показників деформації земної поверхні керуються галузевим стандартом [4], який встановлює правила раціональної виїмки вугілля під існуючими будівлями, спорудами і природними об'єктами поза зв'язку зі згаданими технологічними параметрами. До того ж у цьому нормативному документі слабо відображені фізико-механічні характеристики наносів і вміщуючих порід, не враховуються їх реологічні властивості.