

ОСНОВЫ ПЕРЕХОДА К КОМПЛЕКСНОМУ ОСВОЕНИЮ УЧАСТКА НЕДР ПРИ ОТКРЫТОМ СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ФОРМИРОВАНИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

И.А. Пыталев,

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия;

А.А. Полинов,

ГОП ПАО «ММК», г. Магнитогорск, Россия

Аннотация: Представлено современное состояние и рассмотрены тенденции развития открытых горных работ с учетом расширения области функционирования горнодобывающих предприятий. Обоснованы направления увеличения номенклатуры не свойственной продукции открытой геотехнологии. Предложена концептуальная схема формирования возобновляемых источников энергии в период ведения добычных работ и создания горнотехнической системы, обеспечивающей комплексное освоение участка недр с попутным созданием техногенных георесурсов и минимизации объемов работ, необходимых для проведения рекультивации земель с их исключением в перспективе. Доказана возможность и целесообразность комплексного освоения участка недр в период ведения горных работ при целенаправленном попутном создании автономно функционирующих возобновляемых источников энергии. Сформулированы основы перехода на комплексное освоение участка недр с учетом стадии проектирования и эксплуатации горнодобывающего предприятия.

Ключевые слова: комплексное освоение участка недр, открытая геотехнология, возобновляемые источники энергии, рекультивация, техногенные георесурсы, твердые полезные ископаемые, гидро- и теплоаккумулятор.

FUNDAMENTALS OF THE TRANSITION TO THE INTEGRATED DEVELOPMENT OF A SUBSURFACE AREA WITH AN OPEN METHOD OF DEVELOPING DEPOSITS OF SOLID MINERALS AND THE FORMATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

I.A. Pytalev,

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia;

A.A. Polinov,

GOP PJSC MMK, Magnitogorsk, Russia

Abstract: The current state is presented and trends in the development of open-pit mining operations are considered, taking into account the expansion of the field of functioning of mining enterprises. The directions of increasing the nomenclature of non-characteristic products of open geotechnology are substantiated. A conceptual scheme is proposed for the formation of renewable energy sources during the period of mining operations and the creation of a mining and technological system that ensures the integrated development of a subsurface area with the associated co-building of man-made geo-resources and minimizing the amount of work required to conduct land reclamation with their exclusion in the future. The possibility and expediency of complex development of a subsurface area during mining operations with purposeful associated creation of autonomously functioning renewable energy sources is proved. The basics of the transition to the integrated development of the subsurface area, taking into account the design and operation stage of the mining enterprise, are formulated.

Keywords: integrated development of a subsurface area, open geotechnology, renewable energy sources, reclamation, technogenic geo-resources, solid minerals, hydro- and heat accumulator.

На всем протяжении своего развития человечество создает и постоянно развивает технику и технологии в таких ключевых области деятельности, как горное дело, металлургия, транспорт, материаловедение, машиностроение и других отраслях народного хозяйства. В результате чего, закономерно изменяется концепция освоения участка недр Земли, в пределах которого разрабатываются запасы твердых полезных ископаемых. Так, на протяжении всей истории горного дела, до конца предыдущего тысячелетия, развитие концепции освоения участка недр была сфокусирована на увеличении количества вовлекаемых в добычу и переработку компонентов полезных ископаемых. В результате бурного развития экологического сознания населения в последние два десятилетия и повсеместного усложнения горно-геологических условий разработки месторождений возник парадокс — с одной стороны, наблюдается устойчивый тренд роста потребления товаров населением планеты, с другой стороны, ужесточаются экологические требования к хозяйственной деятельности промышленных предприятий, в том числе горно-перерабатывающей отрасли [1, 2]. При этом, рост мирового потребления товаров и услуг обуславливает неизбежное увеличение объемов добычи и переработки минеральных ресурсов, а ужесточение экологического законодательства во всех странах значительно ограничивает степень допустимого влияния вредных производственных факторов на окружающую природную среду. В научном и практическом плане перед горно-перерабатывающей отраслью, в условиях снижения качества полезных ископаемых, увеличения коэффициента вскрыши, глубины ведения горных работ и других неблагоприятных факторов стоит актуальная задача — разработка концепции перехода к «зеленому» горному делу, обеспечивающего комплексное освоение участка недр Земли.

Предпосылками по успешной реализации мероприятий, направленных на повышение полноты и комплексности освоения участка недр Земли является положительный опыт ряда передовых горно-перерабатывающих предприятий в части формирования и использования техногенных георесурсов. Существующая методологическая база устойчивого развития горнотехнической системы и функционирования горнодобывающих предприятий направлена на снижение затрат при ведении горных работ за счет целенаправленного формирования техногенных георесурсов в виде востребованной продукции открытой геотехнологии и как следствие совмещения добычных работ с выполнением мероприятий по рекультивации нарушенных земель [3, 4, 5]. Сдерживающими факторами от широкомасштабной реализации концепции комплексного освоения участка недр Земли являются продолжительность формирования техногенного георесурса, а в случае взаимодействия нескольких недропользователей сложность согласования технических характеристик, сроков и прав собственности создаваемых объектов. При этом в подавляющем большинстве случаев примеров формирования и использования техногенных георесурсов, их эксплуатация прекращается после завершения горных работ на осваиваемом участке недр.

В работе предлагается концепция перехода к «зеленому» горному делу, базирующегося на формировании техногенных георесурсов с целью создания в процессе ведения горных работ возобновляемых источников энергии, функцио-

нирование которых должно осуществляться в полностью автономном режиме на неопределенном долгом промежутке времени. Поскольку одним из основных недостатков возобновляемых источников энергии является их непостоянство и прямая зависимость от внешних факторов, инженерные решения, направленные на компенсацию этого сводятся либо к аккумулярованию генерируемой энергии, либо к созданию сети, обеспечивающей комбинирование различных источников с перераспределением вырабатываемой ими мощности.

Реализация предложенной концепции позволит осуществить проектирование и эксплуатацию горнотехнической системы, в процессе функционирования которой будет осуществляться добыча полезных ископаемых при селективной выемке горных пород с заданными физико-механическими характеристиками и их целенаправленном формировании техногенных георесурсов в виде соответствующих сооружений и емкостей для генерации и аккумулярования энергии, в том числе тепловой. При этом, в период ведения горных работ часть объемов потребляемой электроэнергии будет осуществляться за счет возобновляемых источников энергии, а по окончании освоения балансовых запасов, сформированная горнотехническая система будет функционировать в качестве автономно электростанции.

Предлагаемая концепция помимо полного соответствия современным тенденциям по повышению эффективностью функционирования горно-перерабатывающих предприятий в части экологизации производства, позволит осуществить попутную рекультивацию нарушенных земель и позволяет усилить работы в сфере ESG по таким направлениям, как управление устойчивым развитием предприятия и территорий присутствия, а также экологическая ответственность [6, 7].

Методы исследования

Разработка концепции перехода к «зеленому» горному делу базируется на методах анализа и синтеза не только положительного практического опыта реализации способов освоения техногенных георесурсов, но негативных аспектов альтернативной энергетики. Обоснование и управление параметрами горнотехнической системы, обеспечивающей в процессе добычи полезных ископаемых создание возобновляемых источников энергии осуществлялось на основе каркасного, блочного и имитационного моделирования.

Основная часть

Горно-перерабатывающие предприятия с целью обеспечения конкурентоспособности производимой продукции вынуждены изыскивать способы повышения ее качества при снижении общих затрат. В связи постоянным усложнением горно-геологических условий разрабатываемых месторождений твердых полезных ископаемых, характеризующихся увеличением глубины ведения добычных работ, коэффициента вскрыши, снижением качества полезных ископаемых реализуемые недропользователями технические и технологические решения, как правило направлены на снижение эксплуатационных затрат при минимальных капитальных вложениях. При этом, в структуре себестоимости готовой продукции открытой геотехнологии значительные затраты приходится на технологические процессы связанные с транспортированием и складированием горной

массы. Поэтому на практике основные способы повышения эффективности горных работ заключаются в снижении стоимости перемещения горной массы и минимизации площади земельных участков отчуждаемых при освоении балансовых запасов.

В части снижения затрат на перевозку горной массы на высокопроизводительных карьерах в последнее время широкое распространение начинает получать внедрение и переход на циклично-поточную технологию. Уже сегодня в горной промышленности эксплуатируются конвейерные установки, обеспечивающие перемещение горной массы под углом до 90 градусов. Снижение эксплуатационных затрат в этом случае обеспечивается перераспределением количества потребляемой электрической энергии и химической энергии дизельного топлива в пользу первой. При этом ежегодный рост электрификации на ряде горнодобывающих предприятий составляет до 25% [8].

Кроме увеличения объемов перемещения горных пород, в связи со снижением природного качества полезных ископаемых дополнительная нагрузка приходится на обогатительные фабрики, особенно на этап первичного дробления. Это приводит к дополнительному потреблению электроэнергии не только дробильно-помольного отделения, но всей обогатительной фабрики. Помимо роста эксплуатационных затрат на обогащение, снижение содержания полезных компонентов приводит к увеличению объемов хвостов и как следствие к поиску свободных земельных участков для их размещения, что с каждым годом становится все более проблематично [9, 10].

Рост коэффициента вскрыши приводит к увеличению объемов вскрышных пород и требует поиск земельных участков для формулирования внешних отвалов. При этом увеличение высоты отвала приводит к росту транспортных затрат связанных с переподъемом пород вскрыши и необходимостью разработки мероприятий для выполнения требований по обеспечению устойчивости его откосов, особенно в условиях слабого и наклонного основания.

Согласно действующему законодательству по завершению горных работ необходимо произвести рекультивацию земель. При этом затраты на рекультивацию в некоторых случаях составляют до 30% стоимости добытых балансовых запасов. С целью снижения эксплуатационных затрат в период разработки месторождений и последующей рекультивации, на этапе проектирования горнотехнической системы,

в тех случаях когда это возможно, предусматривается внутреннее отвалообразование. Как правило, данные решения реализуются на пологих и практически исключены на сложноструктурных и крутопадающих месторождениях.

Горнодобывающих предприятий, разрабатывающих и внедряющих комплексные решения, направленные на использование пород вскрыши для рекультивации выработанного пространства карьера либо формирования техногенных емкостей, за последние пять лет становится все больше. Это объясняется экономической целесообразностью целенаправленного формирования и использования техногенных георесурсов в первую очередь за счет снижения затрат на размещение отходов недропользования. Однако данные технические решения позволяют в практическом плане перейти от комплексного освоения минерального сырья к комплексному освоению участка недр.

Авторами предлагается концепция перехода к «зеленому» горному делу предусматривающая комплексное освоение участка недр при котором в процессе ведения добычных работ осуществляется формирование отвалов и выработанного пространства карьера в виде горнотехнических сооружений, обеспечивающих концентрацию энергии альтернативных источников и ее аккумулирование в техногенных емкостях (рис. 1).

Под переходом к "зеленому" горному делу авторами в работе понимается проектирование и эксплуатация горнотехнической системы на основе общепринятого принципа устойчивого развития, целью которого является повышение благосостояния общества при одновременном снижении экологической нагрузки [11, 12]. Практическая реализация которого заключается в том, чтобы результатом ведения добычных работ было не только извлеченные из недр и переработанные полезные компоненты балансовых руд, но и сформированные горнотехнические сооружения, эксплуатация которых не обусловлена наличием горных работ. Кроме того, кадастровая стоимость земельных участков в пределах которых осуществляется освоение запасов месторождения должна быть не ниже кадастровой стоимости участков рекультивированных земель. Таким образом, данная концепция предопределяет комплексное освоение участок недр Земли при максимальном использовании всех видов природных и техногенных георесурсов.

Формирование возобновляемых источников энергии в процессе добычных работ требует не значительного увели-

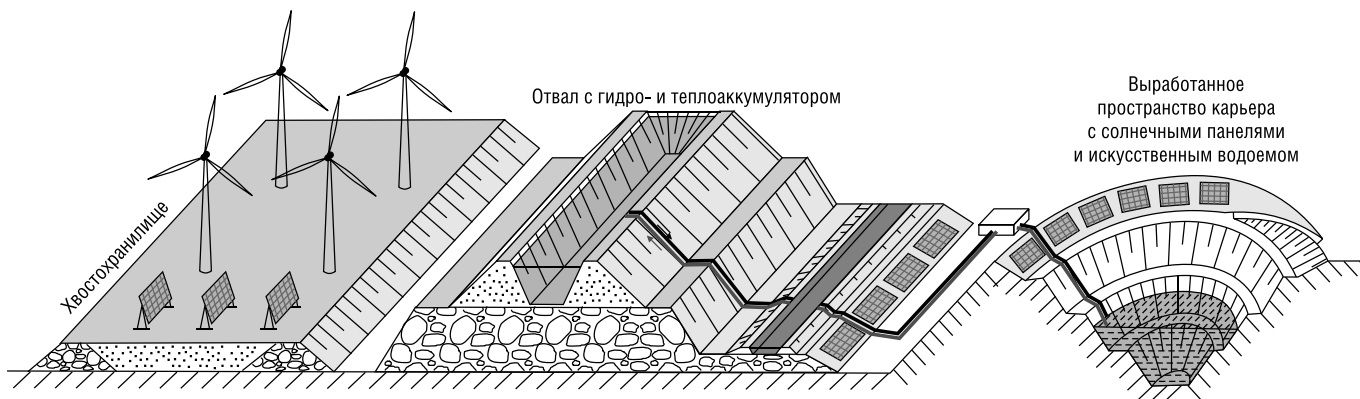


Рис. 1. Концепция комплексного освоения участка недр при формировании возобновляемых источников энергии / Fig. 1. The concept of integrated development of a subsurface area in the formation of renewable energy sources

чения стоимости ведения горных работ в первоначальный момент, однако после их запуска в эксплуатацию обеспечивается снижение потребления электроэнергии из внешних сетей, а после отработки балансовых запасов будет создана автономная электростанция при отсутствии необходимости проведения рекультивационных работ. Кроме того, это обеспечит снижение углеродного следа в рамках реализации экологического аспекта ESG стратегии.

Комплексное освоение участка недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых предусматривает использование пород вскрыши для формирования горнотехнических сооружений, обеспечивающих концентрацию энергии солнечных лучей и ветра в заданных точках пространства в пределах горнотехнической системы. При этом, на этапе проектирования на основании геологической модели с дополнительными атрибутами физико-механических свойств вскрышных пород по показателям коэффициента фильтрации и коэффициента теплопроводности осуществляется районирование карьерного поля с целью определения конструктивных параметров горнотехнической системы. Таким образом, на основе количества вскрышных пород с требуемыми фильтрационными и тепловыми свойствами, а также общего объема вскрыши с учетом морфометрических параметров рельефе осуществляется моделирование горнотехнической системы обеспечивающей концентрацию:

- ✦ солнечной энергии, на верхних горизонтах северо-восточного, северного и северо-западного бортов карьер и южных откосах отвалов и хвостохранилищ, а также их поверхности;
- ✦ ветровой энергии, на откосах отвалов и его поверхности.

С целью компенсации неравномерности и непостоянства альтернативных источников энергии предусматривается строительство аккумулирующих емкостей. Для этого, дифференцированные по фильтрационным и тепловым свойствам на этапе проектирования вскрышные породы селективно вынимаются из массива в процессе добычных работ и используются для формирования гидро-и теплоаккумуляторов. Первые представляют классические гидроаккумулирующие электростанции, верхний бьеф которой располагается на максимальной отметки внешнего отвала, а нижний бьеф либо у его основания, либо в выработанном пространстве карьера, в том числе эксплуатируемого. Вторые являются перспективным направлением, активно развивающимся за рубежом, и представляет техногенную емкость-пруд с черным основанием заполненную соевым рассолом и пресной водой [13, 14, 15].

Функционирование горнотехнической системы при формировании возобновляемых источников энергии осуществляется на основе блочного представления всех ее сооружений, следующим образом:

- ✦ на основе выполненного, на этапе геологоразведки, районирования карьерного поля с выведением участков представленных вскрышными породами с заданными фильтрационными и тепловыми свойствами, конструктивных параметров горнотехнической системы и производственной мощности карьера определяются режим горных работ. При этом, в отличие от применяемого подхода, устанавливается последова-

тельность выполнения объемов вскрышных и добычных работ на весь срок освоения участка недр, с учетом обеспечения одновременно заданной производительности по полезному ископаемому и формирования аккумулирующих емкостей и площадок под них (рис. 2);

- ✦ в процессе выемки породных разностей предусматривается дифференцирование и управления их объемами с целью подготовки площадки для размещения аккумулирующих емкостей и непосредственно их строительство при обеспечении требуемых характеристик. В периоды избытка вскрышных пород используемых в качестве материалов для обеспечения инженерной системы защиты и концентрации тепловой энергии, предусматривается их временное размещение на территории, прилегающей к формируемой аккумулирующей емкости и последующего их использования в соответствии с технологическими схемами. При этом текущие объем пород вскрыши, используемые в качестве материала для строительства горнотехнических сооружений укладываются в соответствии с его прочностными характеристиками непосредственно в тело ограждающих дамб или соответствующую часть конструкции;
- ✦ по мере подготовки площадок для монтажа генерирующих установок в виде солнечных панелей и ветрогенераторов и ввода их в эксплуатацию возводится каскад гидро и теплоаккумулирующих емкостей в объеме, обеспечивающих бесперебойную работы альтернативных источников энергии;
- ✦ на момент окончания отработки балансовых запасов сформированная горнотехническая система состоит из основного гидроаккумулятора, имеющего максимальную отметку рельефа и объем достаточный для обеспечения бесперебойной выработки электрической энергии в количестве равном сумме всех мощностей альтернативных источников энергии, низового резервуара для сброса воды, который представлен выработанным пространством карьера или целенаправленно созданной техногенной емкостью. Перепуск воды предусматривается через теплоаккумуляторы, с целью восполнения потерь воды на испарение. Таким образом, участок недр после отработки балансовых запасов является землями энергетики, а сформированная горнотехническая система — электростанцией на основе альтернативных источников энергии.

Ведение добычных работ при формировании возобновляемых источников энергии, помимо изменения режима горных работ предусматривает учет ограничивающих факторов взрыва. Так, с целью обеспечения безопасности от воздействия негативных факторов ударно-воздушной волны и сейсмике необходимо обоснование параметров буровзрывных работ и технологии их производства.

При комплексном освоении участка недр Земли необходимо обеспечивать соблюдение требований к вскрытию и подготовке не только запасов твердых полезных ископаемых, но и пород вскрыши с заданными фильтрационными, тепловыми и прочностными показателями. Селективная и своевременная выемка горных пород из недр, обуславливающая выполнение годовых объемов по полезному иско-

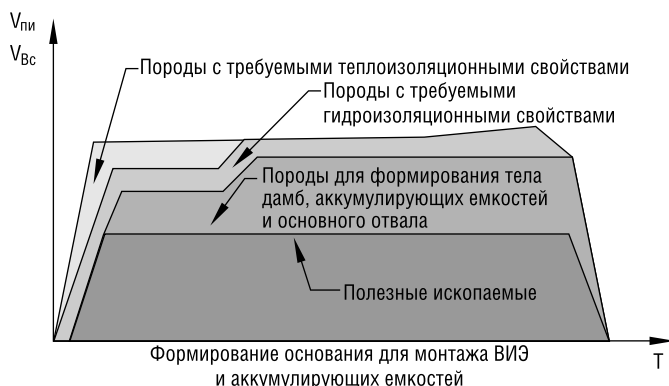


Рис. 2. Схема предлагаемого подхода к обоснованию режима горных работ открытой геотехнологии при комплексном освоении участка недр Земли / Fig. 2. The scheme of the proposed approach to the justification of the mining regime of open geotechnology in the complex development of the subsoil of the Earth

паемому и вскрыше, дифференцированной по физико-механическим характеристикам с последующей укладкой ее в соответствии с блочной моделью всей горнотехнической системы обеспечивает достижение проектных показателей комплексного освоения участка недр Земли при целенаправленном формировании возобновляемых источников энергии. Таким образом, использование пород вскрыши в качестве строительного, тепло и гидроизоляционного материала, выемка которых осуществляется с учетом районирования карьерного поля, а последующая укладка в фиксированную точку пространства в пределах создаваемого горнотехнического сооружения с заданными технологическими характеристиками непосредственно в период выполнения технологического процесса отвалообразования, обеспечивает переход на комплексное освоение участка недр и формирование возобновляемых источников энергии, эксплуатация которых предусматривается и после полной отработки балансовых запасов.

Заклучение

Повышение полноты и комплексности освоения участка недр Земли с одной стороны достигается увеличением количества извлекаемых при переработке полезных компонентов при снижении их потерь в хвостах, с другой стороны, обуславливается вовлечением в использование всего объема горной массы. При этом, целенаправленное формирование горнотехнической системы, предусматривающей расширение функциональности основных технологических процессов открытой геотехнологии требует дополнительных затрат. Исторически сложившаяся концепция разработки месторождений твердых полезных ископаемых открытым способом базируется на снижении затрат связанных с технологическими процессами и выполнения мероприятий по рекультивации земель. Однако в последние годы положительным опытом ряда горнодобывающих предприятий в части формирования и использования техногенных емкостей для размещения текущих отходов обогащения, доказана эффективность заблаговременного формирования на определенных этапах развития открытых горных работ техногенных ресурсов для их эффективного использования совместно с природными георесурсами. Это является основой перехода на комплексное освоение участка недр при формировании возобновляемых источников энергии. При этом решаются задачи связанные с размещением отходов недропользования и как следствие отсутствием необходимости рекультивации земель, созданием генерирующих мощностей, обеспечивающих снижение эксплуатационных затрат на этапе разработки месторождения и автономное их функционирование после отработки балансовых запасов.

Переход к комплексному освоению участка недр при открытом способе разработки месторождений твердых полезных ископаемых и формировании возобновляемых источников энергии позволяет повысить экологичность горного производства, снижение эксплуатационных затрат на добычу и исключение необходимости проведения работ по рекультивации земель. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Вебер, А.Б. Экология и общественное сознание: трудный путь к устойчивому развитию / А.Б. Вебер // Век глобализации. - 2017. - № 3(23). - С. 61-76. - EDN ZMIOYB.
2. Россия и страны мира. 2022: Стат.сб. / Росстат. - М., 2022. - 400 с.
3. Каплунов, Д.Р. О принципах перехода горнодобывающего предприятия к устойчивому экологически сбалансированному развитию / Д.Р. Каплунов, В.А. Юков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2020. - № 3. - С. 74-86. - DOI 10.25018/0236-1493-2020-3-0-74-86.
4. Пыталев, И.А. Обоснование параметров открытой геотехнологии комплексного освоения крутопадающих месторождений для устойчивого развития горнотехнических систем : специальность 25.00.21 «Теоретические основы проектирования горно-технических систем»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Пыталев Иван Алексеевич. - Магнитогорск, 2019. - 360 с.
5. Стратегия комплексного освоения природных и техногенных георесурсов Жезказганского региона / А.Б. Юн, М.В. Рыльникова, И.В. Терентьева, Ю.А. Юн // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2019. - № 3. - С. 213-224.
6. Кудряшов, А.Л. Глобальная ESG-трансформация и тенденции устойчивого развития российских компаний в условиях санкционного давления / А.Л. Кудряшов // Отходы и ресурсы. - 2022. - Т. 9, № 4. - DOI 10.15862/50ECOR422.
7. Коршунов, А.А. ESG - как тренд будущего. понятие и развитие / А.А. Коршунов, Т.В. Шевченко // Digital. - 2022. - Т. 3, № 2. - С. 39-43.
8. <https://www.eprussia.ru/news/base/2023/2511636.htm> (дата обращения 21.07.2023 г.)
9. Бусырев, В.М. Экономически сбалансированное недропользование: монография / В. М. Бусырев. - Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН. - 2020. - 90 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.433.4.
10. Опыт-промышленные испытания технологии закладки выработанного пространства Учалинского карьера отходами обогащательно-го передела / В.Н. Калмыков, О.В. Зотеев, А.А. Зубков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. - 2013. - № 7. - С. 4-8.

11. Сысоева, Е.В. Применение ESG принципов в управлении компанией как способ повышения конкурентоспособности / Е.В. Сысоева // Финансовые рынки и банки. - 2023. - № 1. - С. 26-30.
12. Выбор стратегии устойчивого развития горнодобывающих предприятий с использованием многокритериальных методов / К.В. Бурмистров, С.Е. Гавришев, А.Н. Рахмангулов, Н.А. Осинцев // Золото. Полиметаллы. XXI век: Устойчивое развитие : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Челябинск, 02-03 марта 2022 года. - Челябинск: Институт проблем комплексного освоения недр РАН, 2022. - С. 47-48.
13. Перспективы строительства опытно-промышленного солнечного пруда в Крыму / О.С. Попель, Н.М. Сони́на, Л.А. Яски́н, И.А. Зенкова // Энергетическое строительство. 1992. № 2. С. 9-14.
14. Abdel-Salcm H.E.A., Probert S.D. Solar ponds: Design and Prospects // Applied Energy. 1986. Vol. 24. Issul 2. P. 91-126.
15. Abou-Chakra A., Fouad N. Analyses of the sources, factors and treatment methods affecting turbidity at the El Paso solar pond. Masters Abstracts International. 2001. Vol. 39. No 7.

REFERENCES

1. Weber, A.B. Ecology and public consciousness: a difficult path to sustainable development / A. B. Weber // Century of Globalization. - 2017. - № 3(23). - pp. 61-76. - ed. ZMIOIBA.
2. Russia and the countries of the world. 2022: Stat.sat. / Rosstat. - M., 2022. - 400 c.
3. Kaplunov, D.R. On the principles of transition of a mining enterprise to sustainable ecologically balanced development / D.R. Kaplunov, V.A. Yukov // Mining information and analytical Bulletin (scientific and technical journal). - 2020. - No. 3. - pp. 74-86. - DOI 10.25018/0236-1493-2020-3-0-74-86.
4. Pytalev, I.A. Substantiation of the parameters of open geotechnology for the integrated development of steep-falling deposits for the sustainable development of mining systems : specialty 25.00.21 «Theoretical foundations of the design of mining and technical systems»: dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences / Ivan Alekseevich Pytalev. - Magnitogorsk, 2019. - 360 p.
5. Strategy of complex development of natural and technogenic geo-resources of the Zhezkazgan region / A.B. Yun, M.V. Rylnikova, I.V. Terentyeva, Yu.A. Yun // Izvestiya Tula State University. Earth Sciences. - 2019. - No. 3. - pp. 213-224.
6. Kudryashov, A.L. Global Gez-transformation and trends of sustainable development of Russian companies under sanctions pressure / A.L. Kudryashov // Waste and Resources. - 2022. - VOL. 9, No. 4. - DOI 10.15862/50ECOR422.
7. Korzhunov, A.A. ESG - as a trend of the future. understanding and development / A.A. Korzhunov, T.V. Shevchenko // Digital. - 2022. - Vol. 3, No. 2. - pp. 39-43.
8. <https://www.eprussia.ru/news/base/2023/2511636.htm> (accessed 21.07.2023).
9. Busyrev, V.M. Economically balanced subsoil use: monograph / V.M. Busyrev. - Apatity: Publishing House of FITC KNC RAS. -- 2020. - 90 p. DOI: 10.37614/978.5.91137.433.4.
10. Experimental and industrial tests of the technology of laying the worked-out space of the Uchalinsky quarry with the waste of the processing redistribution / V. N. Kalmykov, O. V. Zoteev, A. A. Zubkov [et al.] // Izvestia of higher educational institutions. Mining Journal. - 2013. - No. 7. - pp. 4-8.
11. Sysoeva, E.V. The use of ESG chips in campaign management as a means of increasing competitiveness / E.V. Sysoeva // Information markets and banks. - 2023. - No. 1. - pp. 26-30.
12. Choosing a strategy for sustainable development of mining enterprises using multi-criteria methods / K.V. Burmistrov, S.E. Gavrishev, A.N. Rakhmangulov, N.A. Osintsev // Gold. Polymetals. XXI century: Sustainable Development : Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Chelyabinsk, 02-03 March 2022. Chelyabinsk: Institute of Problems of Integrated Development of Mineral Resources of the Russian Academy of Sciences, 2022. - pp. 47-48.
13. Prospects for the construction of an experimental-industrial solar pond in the Crimea / O.S. Popel, N.M. Sonina, L.A. Yaskin, I.A. Zenkova // Energy construction. 1992. No. 2. pp. 9-14.
14. Abdel-Salkm N.E.A., Probert S.D. Sunny ponds: design and prospects // Applied power engineering. 1986. Volume 24. Issue 2. pp. 91-126.
15. Abu-Chakra A., Fuad N. Analysis of sources, factors and processing methods affecting turbidity in the El Paso Solar pond. Master's theses are International. 2001. Volume 39. No. 7.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пыталев Иван Алексеевич:

доктор технических наук,
профессор кафедры разработки месторождений полезных
ископаемых,
директор института горного дела и транспорта,
Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова,
Магнитогорск, Россия,
e-mail: vehicle@list.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ivan A. Pytalev:

Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of Mineral Resources Development,
Nosov Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk, Russia,
e-mail: vehicle@list.ru

Полинов Андрей Александрович:
начальник ГОП ПАО «ММК»,
Магнитогорск, Россия,
e-mail: polinov7675@me.com

Polinov Andrej Aleksandrovich:
Head of the State Enterprise of MMK PJSC,
Magnitogorsk, Russia,
e-mail: polinov7675@me.com

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей. / The authors participated equally in the writing and collection of the material, as well as its processing.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Информируем Вас

Санкт-Петербургский горный университет. Основан в 1773 году. Первое высшее техническое учебное заведение в России.
Факультеты:

- ◆ Геологоразведочный факультет,
- ◆ Горный факультет,
- ◆ Механико-машиностроительный факультет,
- ◆ Нефтегазовый факультет,
- ◆ Строительный факультет,
- ◆ Факультет переработки минерального сырья,
- ◆ Факультет фундаментальных и гуманитарных дисциплин,
- ◆ Экономический факультет,
- ◆ Энергетический факультет,
- ◆ Факультет аспирантуры и докторантуры.

Для зачисления в Университет в 2022 году необходимо подать заявление о согласии на зачисление и оригинал документа об образовании 10 июля 2022 года.

Контакты : Санкт-Петербург, В.О., наб. Лейтенанта Шмидта, д. 45, Главный пост.
Тел.: 800 550 14 34; (812) 328 8201; (812) 328 89 02 e-mail: priem@mgri.ru, <https://www.mgri.ru/commission/poryadok-postupleniya/>

WWW.N-GN.RU