

ОБОСНОВАНИЕ БЛОЧНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ НАГОРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ В УСЛОВИЯХ ПОДГОТОВКИ ЗАПАСОВ ШТОЛЬНЯМИ

*Габараев О.З., Земляной М.А., Сахнов А.В., Зассеев И.А., Максимов Р.Н.
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет), Владикавказ*

Ключевые слова: система разработки, высокодинамичное освоение запасов месторождения, вскрытие нагорного месторождения, сдвоенные уступы, труднодоступные запасы, нерабочий борт карьера, доступ к запасам.

Аннотация. Неравномерный характер распределения породообразующих элементов слагающих массив горных пород является причиной неоднородности полей напряжений вокруг горнотехнического сооружения. В условиях прочностной неоднородности массива осадочных горных пород, слагающих добычные уступы, установлена зависимость крепости пород от содержания CaCO_3 в породе, в результате чего необходимо применять различные системы разработки для обеспечения качества добытого минерального сырья. Принятая для отработки месторождения система разработки должна обеспечивать необходимые объемы добычи мергеля заданного качества с требуемым содержанием полезных компонентов CaCO_3 , Al_2O_3 , SiO_2 и CaO . В статье на основе разработанных способов вскрытия Новороссийского месторождения мергелей предложена система разработки нагорного месторождения минерального сырья. Система разработки позволяет обеспечить доступ к запасам, залегающих в нижних уступах временно нерабочего борта карьера за короткое время и развитие фронта горных работ в трех направлениях и по направлению в углубке. Применение рекомендуемой технологии разработки обеспечивает высокодинамичное освоение запасов минерального сырья для производства цемента и управления качеством добываемого полезного ископаемого.

SUBSTANTIATION OF BLOCK SYSTEM FOR DEVELOPMENT OF UPLAND MINERAL RESOURCE DEPOSIT UNDER CONDITIONS OF RESERVES PREPARATION BY ADITS

*Gabaraev O.Z., Zemlyanoi M.A., Sakhnov A.V., Zasseev I.A., Maximov R.N.
North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz*

Keywords: development system, highly dynamic development of field reserves, opening of the upland field, double ledges, hard-to-reach reserves, non-working side of the quarry, access to reserves.

Abstract. The uneven distribution of the rock-forming elements composing the rock mass is the reason for the heterogeneity of stress fields around the mining facility. In conditions of strength heterogeneity of the sedimentary rock mass composing the mining ledges, the dependence of the rock strength on the content of CaCO_3 in the rock has been established, as a result of which it is necessary to apply various development systems to ensure the quality of the extracted mineral raw materials. The development system adopted for mining the deposit should provide the necessary volumes of marl production of a given quality with the required content of useful components CaCO_3 , Al_2O_3 , SiO_2 and CaO . In the article, based on the developed methods of opening the Novorossiysk marl deposit, a system for developing a nagorny mineral deposit is proposed. The development system allows access to reserves lying in the lower ledges of the temporarily non-working side of the quarry in a short time and the development of the mining front in three directions and in the direction of the recess. The use of the recommended development technology ensures highly dynamic development of mineral reserves for cement production and quality management of the extracted mineral.

Введение. Неравномерный характер распределения породообразующих элементов (CaCO_3 , Al_2O_3 , SiO_2 и Fe_2SO_4) в телах полезного ископаемого, слагающих приоткосный массив горных пород является причиной неоднородности поля напряжений вокруг горнотехнического сооружения, входящего в систему, которое связано как со строением массива, так и с процессом деформирования пород и с технологическим участием сооружения в горно-технологическом процессе [1].

Материалы и методы исследований. В условиях прочностной неоднородности массива осадочных горных пород, слагающих добычные уступы, установлена зависимость крепости пород (МПа) от содержания CaCO_3 в породе [1], в результате чего необходимо применять различные системы разработки для обеспечения качества добытого минерального сырья. Таким образом, система разработки должна обеспечивать необходимые объемы добычи мергеля заданного качества с требуемым содержанием полезных компонентов (CaCO_3 , Al_2O_3 , SiO_2 и CaO).

Результаты

Для отработки горизонтально, наклонно и вертикально расположенных добычных блоков, включающих тела полезного ископаемого с однородным и разнородным содержанием полезных компонентов, а также добычные блоки большой мощности нами предложена блочная система разработки.

В условиях применения блочной системы разработки подготовительные и очистные работы при помощи штолен [1, 2] осуществляются на всю высоту добычного блока. Добычный блок включает в себя штольни, проведенные в добычных уступах нерабочего борта карьера и естественном склоне нагорного месторождения прирезанных запасов. Блочная система разработки нагорного месторождения при помощи штолен представлена на рисунке 1 (план), на рисунке 2 (профиль).

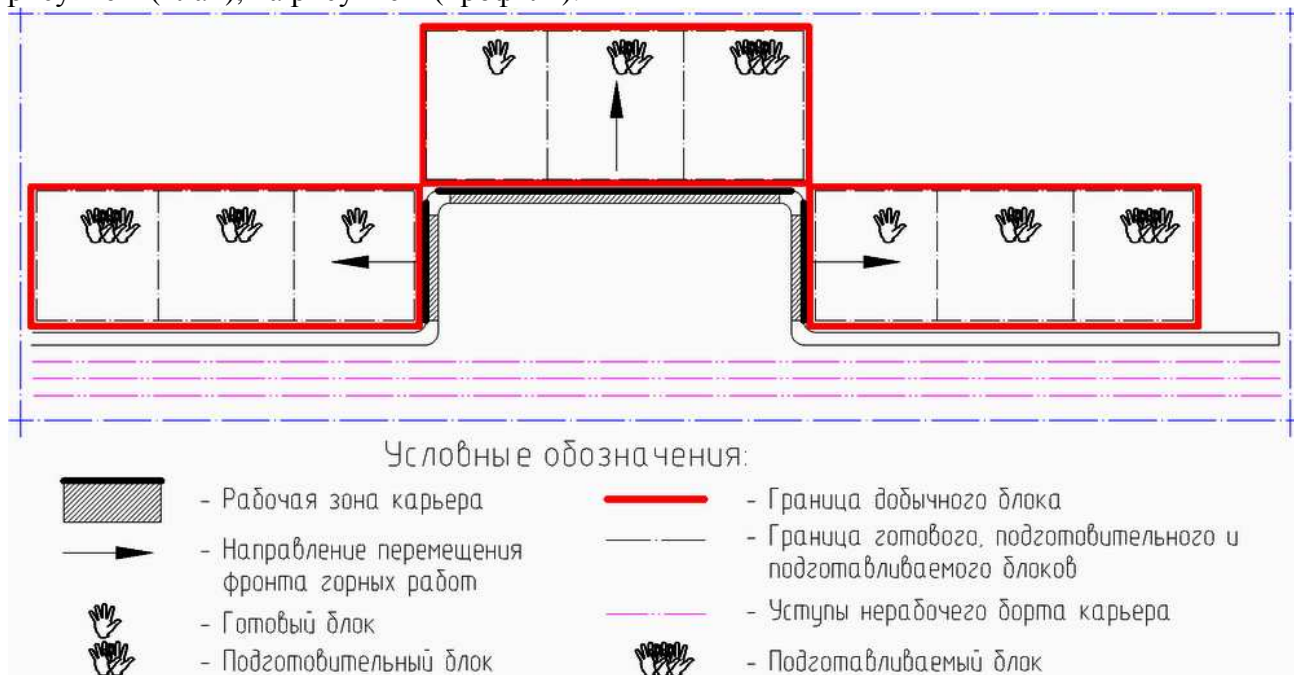


Рис. 1. Схема блочной системы разработки нагорного месторождения. План

Блочная система разработки включает в себя порядок вскрытия запасов добычного блока, выполнения горно-подготовительных работ при помощи штолен и порядок добычных работ в добычном блоке на всю его высоту. Вскрытие запасов мергеля в добычном блоке производится на основании методики определения области безопасного и эффективного вскрытия запасов нагорного месторождения [3-5], что обеспечивает устойчивость откоса как нерабочего (погашенного) борта карьера, так и рабочей зоны карьера, включая прирезанные запасы естественного склона нагорного месторождения.

Вскрытие запасов минерального сырья, расположенных с учетом прирезки, как в естественном склоне нагорного месторождения, так и в нерабочем (погашенном) борту карьера осуществляется при помощи отрезной щели [2, 6].

После обустройства комплекса штолен для устройства отрезной щели выполняют разрушение массива горных пород посредством инициирования зарядов взрывчатого вещества, расположенного в шпурах, скважинах, камерах штолен. Взрывание осуществляют с целью

разупрочнения массива горных пород, дробления до условий пропуска через выпускную воронку, расположенную на нижнем горизонте в штольне для выпуска горной массы [2].

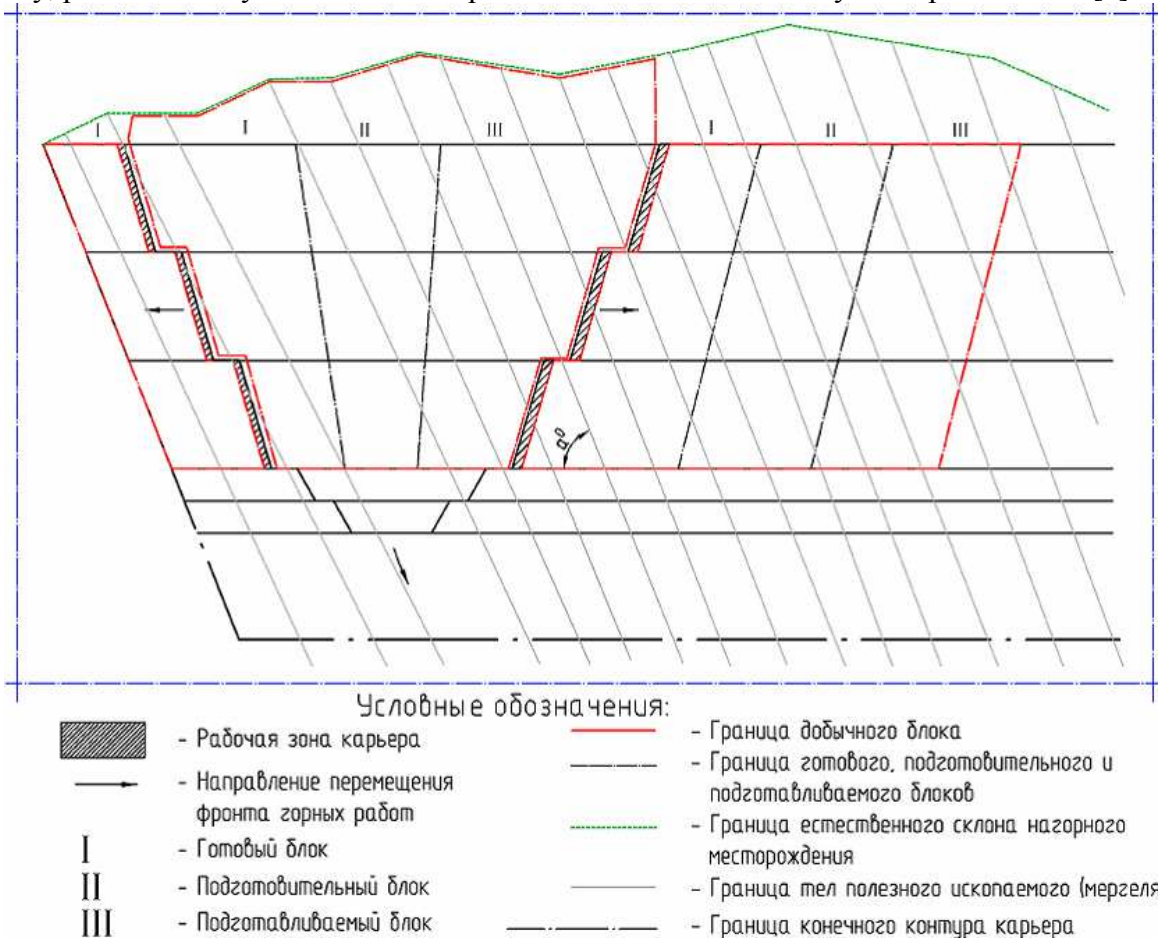


Рис. 2. Схема блочной системы разработки нагорного месторождения. Профиль

После устройства отрезной щели появляется дополнительная разноска бортов карьера (в добычном блоке) как в сторону флангов месторождения, так и в глубь массива нагорного месторождения, что позволяет вести горно-подготовительные работы в трех направлениях в плане и по направлению в углубке.

Отработку запасов добычного блока ведут при помощи штолен, посредством которых производят подготовку полезного ископаемого к отработке.

Добычной блок может отрабатываться как в трех направлениях в плане и по направлению в углубке, так и в каком-то одном из направлений. Направление развития горных работ определяется параметрами рабочей зоны карьера, календарным планом добычных работ, задачами по отработке определенной части запасов, имеющих требуемое содержание полезных компонентов.

Горно-подготовительные работы при помощи штолен [2, 7] блочной системы разработки выполняются в следующем порядке: подготовительные работы на естественном склоне нагорного месторождения в условиях прирезки запасов; подготовительные работы в нерабочем (погашенном) борту карьера; подготовительные работы по формированию горных выработок (траншей, полутраншей и экскаваторных заходок и т.д.) в разрушенной горной массе массовым взрывом.

Добычные работы блочной системы разработки выполняются в следующем порядке: погрузка отбитой горной массы в автотранспортные средства экскаватором.

Блочная система разработки осуществляется в следующем порядке.

а) Подготовительные работы на естественном склоне нагорного месторождения.

На естественном склоне нагорного месторождения мергеля по границе верхних уступов нерабочего борта карьера производится нарезка полутраншей при помощи бульдозер,

экскаватора и экскаватора, оснащенного гидравлическим молотом. Разрушенная горная масса грузится в автосамосвалы и транспортируется до приемного пункта дробильного узла рудоспуска.

Рудоспуск устраивается в отдаленном конце рабочей зоны карьера таким образом, чтобы обеспечить его эксплуатацию на весь период отработки запасов той части месторождения, для обслуживания которой он предназначен.

Отработка запасов мергеля ведется от границы рабочей зоны до приемного устройства пункта дробления рудоспуска.

После устройства полутраншеи выполняется устройство рабочих площадок [8-10] для размещения электрооборудования, вентиляторов местного проветривания, социального городка и прочего необходимого оборудования для проведения штольни.

Рабочая площадка при блочной системе разработке имеет заданные параметры и конструкцию. Схема формирования рабочей площадки при блочной системе разработки приведена на рисунке 3.

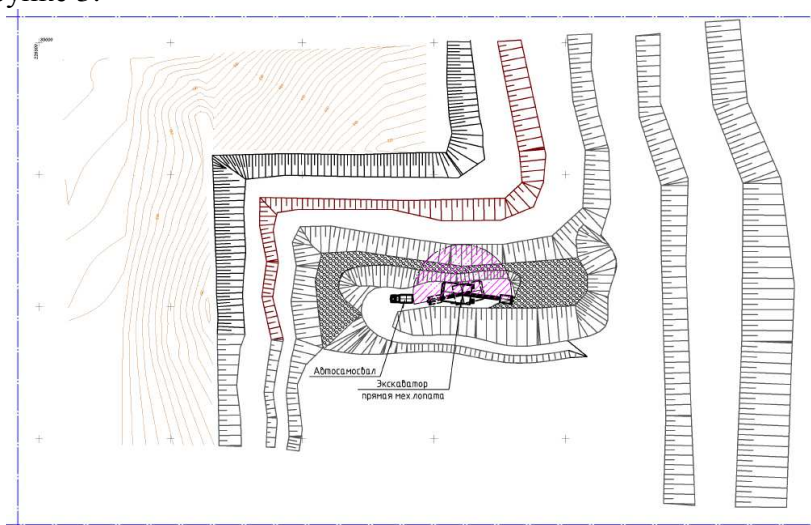


Рис. 3. Схема формирования рабочей площадки при блочной системе разработки

На рисунке 4 представлена схема к определению ширины рабочей площадке уступа. После устройства рабочей площадки на верхнем горизонте, выполняют устройство рабочих площадок на нижерасположенных горизонтах, входящих в обрабатываемый блок. Количество рабочих площадок и штолен на одном горизонте и количество горизонтов, входящих в обрабатываемый блок определяются параметрами добычного блока. Количество штолен и горизонтов, подготовленных в массиве для взрыва, определяются параметрами взрывного блока.

б) Подготовительные работы в нерабочем борту карьера (погашенном борту карьера).

Проведение штолен осуществляется при помощи буровзрывных работ. Паспорт буровзрывных работ (БВР) и паспорт крепления горной выработки (штольни) входят в состав проекта и разрабатываются на стадии проектирования.

Горная масса от проведения штолен транспортируется автосамосвалами к дробильным узлам рудоспусков. Приемные устройства дробильных узлов располагаются на каждом горизонте, входящим в состав добычного блока блочной системы разработки нагорного месторождения.

Вначале сооружаются рабочие площадки [5, 11] при помощи экскаватора и экскаватора, оснащенного гидравлическим молотом. Отбитая горная масса грузится в автотранспорт и транспортируется до дробильного цеха.

После сооружения рабочих площадок в подготавливаемом блоке приступают к устройству портала штольни. Портал выполняют из монолитного железобетона. Конструкция портала определяется проектом. Рабочую площадку оснащают электрооборудованием, кабельными линиями, вентиляторными установками, наружным освещением, организуют

социальный городок для рабочих и ИТР из вагон-бытовок и другим оборудованием. Окончание работ на подготавливаемом участке оформляется актом.

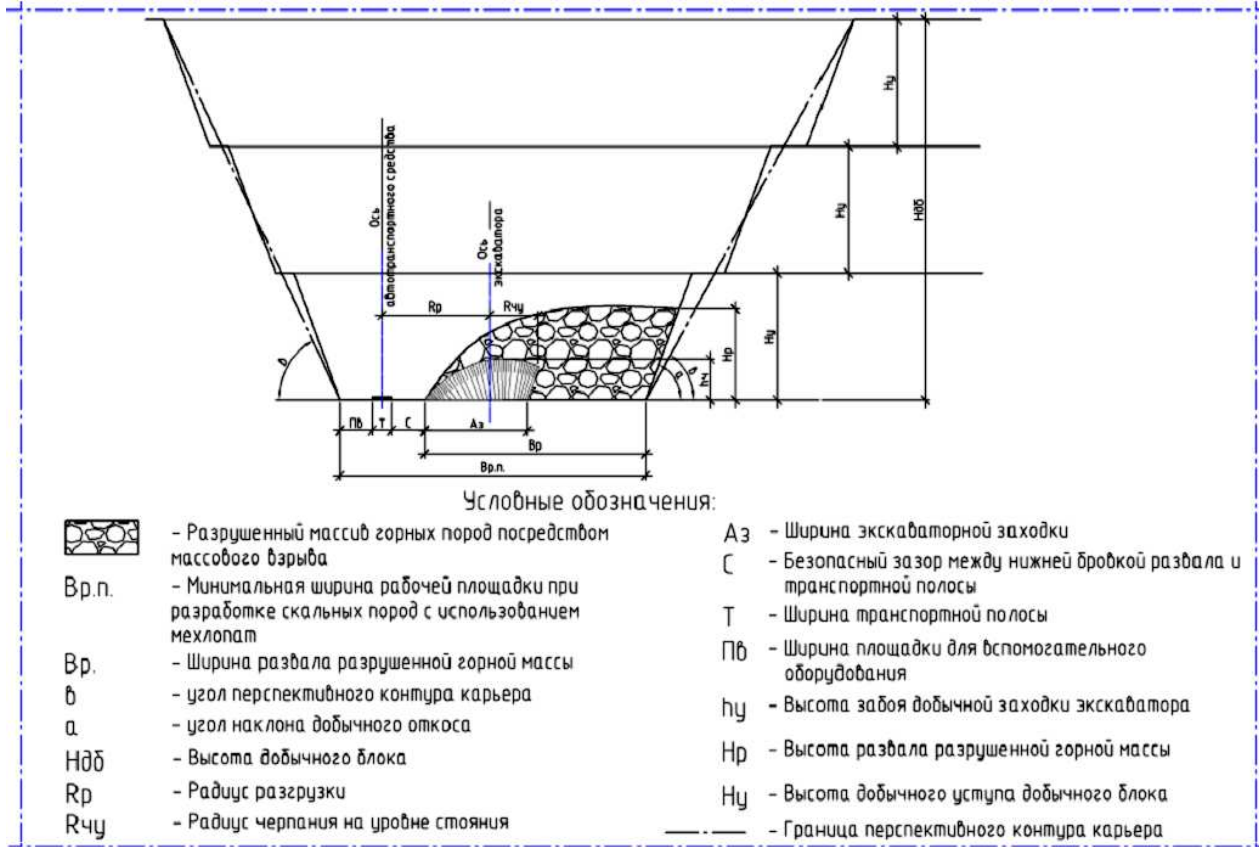


Рис. 4. Схема к определению ширины рабочей площадки уступа представлена

Выводы. Применение блочной системы разработки нагорного месторождения минерального сырья в условиях вовлечения в эксплуатацию запасов мергеля временного нерабочего борта карьера (сдвоенные, строенные добычные уступы), а также прирезанных запасов, залегающих в естественном склоне месторождения над временно нерабочим бортом карьера позволяет повысить эффективность отработки запасов, формируя заданную конструкцию рабочей зоны карьера, обеспечивая доступ к труднодоступным запасам, а также возникает возможность развивать фронт горных работ по трем направлениям в плане и в углубке.

Заключение

Проведенные исследования на основе полученной зависимости крепости пород (МПа) от содержания в породе CaCO₃ показали, что имеется возможность устройства отрезной щели во временно нерабочем борту карьера (сдвоенные добычные уступ), обеспечивая устойчивость приоткосного массива при дополнительной разноске бортов карьера (в добычном блоке) как в сторону флангов месторождения, так и в глубь массива нагорного месторождения, что позволит вести горно-подготовительные и очистные работы в трех направлениях в плане и по направлению в углубке.

Предложенная нами блочная система разработки нагорного месторождения минерального сырья позволит снизить потери полезного ископаемого и обеспечить безопасность ведения горных работ.

Список литературы

1. Земляной М.А., Разоренов Ю.И., Денисов А.В. Обоснование литолого-геомеханической модели условий крепления горизонтальных горнотехнических сооружений (штолен) // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – №10. – С. 52-55.
2. Земляной М.А., Разоренов Ю.И. Обоснование способа вскрытия отдельных пластов мергеля в условиях проектирования решения по выбору направления развития фронта горных работ (на примере

Новороссийского месторождения мергеля) // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – №9. – С. 41-44.

3. Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В. Особенности открытых горных работ при комбинированной геотехнологии // Горный журнал. – 2009. – № 11. – С. 14-18.
4. Мельников Н. В. Краткий справочник по открытым горным работам. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1982. – 414 с.
5. Земляной М.А., Разоренов Ю.И., Земляной С.А., Возженников В.С. Обоснование способа создания рабочей площадки на нагорном месторождении в условиях прирезки запасов (на примере Новороссийского месторождения мергеля) // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – №7. – С. 238-241.
6. Казикаев Д.М. Комбинированная разработка месторождений: Учебник для вузов. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета «Горная книга», 2008. – 360 с.
7. Казикаев Д.М. Геомеханика подземной разработки руд: Учебник для вузов. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2005. – 542 с.
8. Гитис Л.Х. Статическая классификация и кластерный анализ. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2003. – 157 с.
9. Попов В.Н., Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Управление устойчивостью карьерных откосов: Учебник для вузов. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета «Горная книга», 2008. – 683 с.
10. Ялтанец И.М., Пастихин Д.В., Исаева Н.И. Открытые горные работы при строительстве: Учебное пособие для вузов. — М.: Изд-во «Горная книга», – 2014. – 384 с.
11. Птичников Е.В., Калинин М.А. Экономическое обоснование внедрения комбинированной технологии использованием оборудования с гибким рабочим органом на карьерах прочных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005. – №4. – С. 20-24.

References

1. Zemlyanoi M.A., Razorenov Yu.I., Denisov A.V. Substantiation of the lithological and geomechanical model of the conditions for fastening horizontal mining structures (tunnels) // Mining information and analytical bulletin. 2011, no. 10, pp. 52-55.
2. Zemlyanoi M.A., Razorenov Yu.I. Justification of the method of opening individual marl layers in the conditions of designing a solution for choosing the direction of development of the mining front (on the example of the Novorossiysk marl deposit) // Mining information and Analytical Bulletin. 2011, no. 9, pp. 41-44.
3. Kaplunov D.R., Rylnikova M.V. Features of open-pit mining in combined geotechnology // Mining Journal. 2009, no. 11, pp. 14-18.
4. Melnikov N.V. A brief guide to open-pit mining. – 4th ed., reprint and additional. – М.: Nedra, 1982. – 414 p.
5. Zemlyanoi M.A., Razorenov Yu.I., Zemlyanoi S.A., Vozzhennikov V.S. Substantiation of the method of creating a work site at the Nagorny deposit in conditions of reserve cutting (using the example of the Novorossiysk marl deposit) // Mining information and analytical bulletin. 2014, no. 7, pp. 238-241.
6. Kazikaev D.M. Combined field development: Textbook for universities. – М.: Publ. house of the Moscow State Mining University "Gornaya Kniga", 2008. – 360 p.
7. Kazikaev D.M. Geomechanics of underground ore mining: Textbook for universities. – М.: Publ. house of the Moscow State Mining University, 2005. – 542 p.
8. Gitis L.H. Static classification and cluster analysis. – М: Publ. house of the Moscow State Mining University, 2003. – 157 p.
9. Popov V.N., Shpakov P.S., Yunakov Yu.L. Management of stability of quarry slopes: Textbook for universities. – М.: Publ. house of the Moscow State Mining University "Gornaya Kniga", 2008. – 683 p.
10. Yaltanets I.M., Pastikhin D.V., Isaeva N.I. Open-pit mining during construction: Textbook for universities. – М.: Publ. house "Gornaya kniga", 2014. – 384 p.
11. Ptichnikov E.V., Kalinin M.A. Economic justification for the introduction of combined technology using equipment with a flexible working body in quarries of durable rocks // Mining information and analytical bulletin. 2005, no. 4, pp. 20-24.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Габараев Олег Знаурович – доктор технических наук, профессор кафедры горного дела	Gabarayev Oleg Znaurovich – doctor of technical sciences, professor of the mining Department
Земляной Михаил Александрович – кандидат технических наук	Zemlyanoi Mikhail Aleksandrovich – candidate of technical sciences
Сахнов Александр Владимирович – аспирант	Sakhnov Aleksandr Vladimirovich – postgraduate student
Зассеев Игорь Анатольевич – аспирант	Zasseev Igor Anatoltvich – postgraduate student
Максимов Руслан Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры горного дела	Maximov Ruslan Nikolaevich – doctor of technical sciences, professor of the mining Department
gabarayev59@mail.ru	

Получена 25.05.2024