Оригинальная статья

Original Paper

УДК 622.271(540):55.814 © Ж.В. Миронова[1], И.В. Зеньков✉[2], Ле Хунг Чинь[3], Ю.П. Юронен[4], К.А. Штреслер[1], Т.Н. Сизова[1], 2024

[1] Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, Россия
[2] Сибирский научно-исследовательский институт горного и маркшейдерского дела, 660025, г. Красноярск, Россия
[3] Технический университет им. Ле Куй Дон, 11355, Ханой, Вьетнам
[4] Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, 660037, г. Красноярск, Россия
✉ e-mail: zenkoviv@mail.ru

UDC 622.271(540):55.814 © Zh.V. Mironova[1], I.V. Zenkov✉[2], Le Hung Trinh[3], Yu.P. Yuronen[4], K.A. Shtresler[1], T.N. Sizova[1], 2024

[1] Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation
[2] Siberian Research Institute of Mining and Surveying, Krasnoyarsk, 660025, Russian Federation
[3] Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam
[4] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
✉ e-mail: zenkoviv@mail.ru

Комплексная оценка производственного потенциала угольных карьеров в добывающих штатах на территории Республики Индия с использованием результатов космического мониторинга

Integrated assessment of the production potential of coal pits in the mining states in the territory of the Republic of India using the results of space monitoring

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-12-131-134

В статье представлены результаты исследования технологических и технических аспектов производства открытых горных работ на угольных месторождениях во всех горнодобывающих штатах на территории Индии. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлено количество горных и транспортных машин, работающих во всех угольных карьерах, а также определен годовой объем экскавации и транспортировки вскрышных пород и угля. По результатам спутниковой съемки выявлен стабильный тренд в добыче угля открытым способом в масштабе национального недропользования.

Ключевые слова: *дистанционное зондирование, угледобывающая промышленность, Республика Индия, добыча угля открытым способом, угольные карьеры, горнотранспортное оборудование, годовой объем добычи угля, горные и транспортные машины.*

Для цитирования: Комплексная оценка производственного потенциала угольных карьеров в добывающих штатах на территории Республики Индия с использованием результатов космического мониторинга / Ж.В. Миронова, И.В. Зеньков, Ле Хунг Чинь и др. // Уголь. 2024;(12):131-134. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-12-131-134.

Abstract

The article presents the results of studying the technological and technical aspects of surface mining operations at coal deposits in all the mining states in the territory

МИРОНОВА Ж.В.
Канд. техн. наук, доцент Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, Россия

ЗЕНЬКОВ И.В.
Доктор техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе Сибирского научно-исследовательского института горного и маркшейдерского дела, 660025, г. Красноярск, Россия, e-mail: zenkoviv@mail.ru

ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ
Канд. техн. наук, доцент Технического университета им. Ле Куй Дон, 11355, г. Ханой, Вьетнам

ЮРОНЕН Ю.П.
Канд. техн. наук, доцент Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, 660037, г. Красноярск, Россия

ШТРЕСЛЕР К.А.
Старший преподаватель Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, Россия

СИЗОВА Т.Н.
Старший преподаватель Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, Россия

of India. Remote sensing studies and analytical calculations revealed the number of mining and haulage machines working in all the coal pits, as well as determined the annual volume of overburden and coal excavation and transportation. A consistent trend in surface coal mining in the national scale of subsoil use has been identified based on the results of satellite observations.

Keywords
Remote sensing of the Earth, coal mining industry, republic of India, surface coal mining, coal pits, mining equipment, annual coal production, mining and transportation machines.
For citation
Mironova Zh.V., Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Yuronen Yu.P., Shtresler K.A., Sizova T.N. Integrated assessment of the production potential of coal pits in the mining states in the territory of the Republic of India using the results of space monitoring. *Ugol'*. 2024;(12):131-134. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-12-131-134.

ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени на территории Индии создан уникальный по масштабу промышленный потенциал. Развитие получили здесь такие энергоемкие отрасли, как горнодобывающая, металлургическая, машиностроительная, химическая, цементная и др. Кроме этого, на территории Индии имеются масштабный агропромышленный комплекс и развитая транспортная инфраструктура (автомобильные и железные дороги) и др. По данным спутниковой съемки установлено, что только в горных массивах центральной части Индии отсутствуют признаки масштабной хозяйственной деятельности общества. На очередном этапе развития нашей школы с использованием результатов спутниковой съемки решена еще одна научно-прикладная задача по исследованию современного состояния горных работ в угольных карьерах в добывающих штатах Индии. Как известно, в этой стране имеются значительные по площади сейсмически активные районы. Данный природный фактор является основной причиной отказа от строительства гидро- и атомных электростанций и ориентации на развитие собственной угледобывающей промышленности и работу тепловых электростанций с угольной генерацией электрической энергии.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВОКУПНОГО ПАРКА ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРАХ И ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПО ДОБЫЧЕ УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

При выполнении научно-прикладных исследований размещения производительных сил мировой экономики мы широко пользуем ресурсы дистанционного зондирования Земли из космоса. Аналогичные подходы к выполнению работ используют российские и зарубежные специалисты [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Оценка производственного потенциала любого угледобывающего предприятия начинается с оценки горно-геологического строения месторождения, вовлекаемого в разработку. На территории Индии горно-геологическое строение угольных месторождений, за редким исключением, повсеместно имеет благоприятные характеристики для открытой разработки: горизонтальное или пологое залегание пластов мощностью до 200 м; средняя мощность вскрышных пород по всем месторождениям угля – 20-25 м. Линии выхода угольных пластов под наносы имеют значительную протяженность – до 15 км [10]. Согласно нашим аналитическим расчетам, в настоящее время годовой объем добычи угля в карьерах на территории угледобывающих штатов существенно разнится в широком диапазоне – от 12 до 159 млн т в год *(см. таблицу)*.

Годовой объем добычи угля в карьерах на территории Республики Индия

Annual volume of coal production from open pits in the Republic of India

Название штата	Количество карьеров, ед.	Общий объем добычи угля, млн т/год
Гуджарат	6	21
Раджастхан	6	12
Мадхья-Прадеш, Уттар-Прадеш	12	150
Джаркханд	60	159
Западная Бенгалия	19	60
Чхаттисгарх	18	103
Одиша	24	125
Махараштра	27	89
Телингана	21	96
Тамилнад	3	36
Всего	196	851

Все это делает возможным строительство и дальнейшую высокоэффективную эксплуатацию мощных угольных карьеров по добыче угля. В Индии в работе угольных карьеров имеется одна важная технологическая особенность – короткие расстояния транспортировки вскрышных пород до отвалов, а угля – до стационарных складов или обогатительных фабрик [10]. Это обстоятельство делает высокорентабельной добычу угля открытым способом.

По данным спутниковой съемки, в угольных карьерах Индии на бурении взрывных скважин работают 700 высокопроизводительных буровых станков. На вскрышных работах установлено 34 драглайна с вместимостью ковша от 20 до 100 куб. м и длиной стрелы до 100 м. Парк драглайнов представлен в основном моделями с вместимостью ковша со сдвигом в сторону верхнего предела этого диапазона (20-100 куб. м). В состав экскаваторно-автомобильных комплексов входят: 115 мехлопат с ковшом вместимостью до 30 куб. м, 1895 гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата» с ковшом 2,5-4 куб. м, 125 гидравлических экскаваторов типа «прямая лопата» с ковшом 8 куб. м, 43 гидравлических экскаватора типа «прямая лопата» с ковшом 10-30 куб. м, 7653 автосамосвала общего назначения грузоподъемностью 25-35 т, 1439 карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 40-90 т; 189 карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 130-220 т. На вскрышных и добычных работах выемку горных пород производили 229 фронтальных погрузчиков на автомобильном шасси с ковшом вместимостью 8-10 куб. м. На вспомогательных работах задействовано 688 мощных бульдозеров [10].

В трех карьерах в штате Тамилнад на вскрышных работах задействован парк роторных экскаваторов *SRs*-2000 в количестве 16 ед., на добычных работах установлено 8 роторных экскаваторов *SRs*-1050. На породных отвалах вскрышные породы отсыпают 12-ю отвалообразователями *ARs*-6300/95. В одном из карьеров в штате Телингана вскрышные породы на отвалах отсыпают двумя отвалообразователями *ARs*-5220/55.

По нашим аналитическим расчетам, парк горнотранспортного оборудования может технически и технологически обеспечить объем добычи угля на уровне 850 млн т и объем вскрышных работ не менее 2,1 млрд т.

Размещение тепловых электростанций приурочено к территориям с масштабными водными ресурсами и с концентрированно расположенными угледобывающими предприятиями. Доставка добытого угля с карьеров и шахт до тепловых электростанций производится как по стационарным ленточным конвейерам, так и в железнодорожных составах. Кроме этого, в угольной логистике используют многочисленные магистральные полуприцепы грузоподъемностью 40 т. Суммарная мощность установленных энергоблоков на электростанциях находится в широком диапазоне – от 250 до 4760 МВт. По данным спутниковой съемки, на электростанциях установлено от двух до четырех энергоблоков. На всех электростанциях используют мокрый способ удаления золы и шлака из котлов с размещением золы и шлака в накопителях на прилегающих территориях [10].

Параллельно с этим, на наш взгляд, в Индии эффективно решается комплексная экономическая проблема, имеющая глобальный масштаб и межотраслевой характер. В основном решение этой проблемы связано с созданием многочисленных рабочих мест в угольной промышленности именно за счет уменьшения объема ковша экскаваторов, работающих в угледобывающей промышленности, и одновременного увеличения их количества. В условиях использования экскаваторов с ковшом 2-4 куб. м в сравнении с экскаваторами с ковшом 12-50 куб. м при одном и том же объеме выемки горных пород происходит значительное увеличение количества первых, что в свою очередь приводит к снижению грузоподъемности автосамосвалов, работающих в комплексе с небольшими экскаваторами. Последний фактор также приводит к существенному увеличению количества автосамосвалов, работающих на транспортировке горных пород из карьеров. Кроме того, создаются рабочие места на предприятиях отраслей, обслуживающих угледобывающие (угольные карьеры, шахты, обогатительные фабрики) и энергетические предприятия (тепловые электростанции) в плане поставок горнотранспортного и теплоэнергетического оборудования, товарно-материальных ценностей, расходных материалов, оказания услуг производственного назначения (ремонт горнотранспортного оборудования, логистика и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По нашей оценке, в последние годы в Республике Индия с населением более одного миллиарда человек, проживающих преимущественно в частном секторе и имеющих на своей территории развитый промышленный, в том числе и горнодобывающий, комплекс из нескольких тысяч энергоемких предприятий, угольная генерация электрической энергии останется приоритетной в ближайшие десятилетия. По данным космического мониторинга, на территории Республики Индия вывод из эксплуатации тепловых электростанций не наблюдается. При этом в ближайшие годы добыча угля в объеме не менее 800 млн т в год будет производиться преимущественно открытым способом на месторождениях с весьма благоприятным для производства открытых горных работ горно-геологическим строением. Также установлено, что на вскрышных и добычных работах в угольных карьерах задействован парк горнотранспортного оборудования в количестве не менее 13000 ед., структура которого кардинально не изменится в силу социального партнерства угольного бизнеса с государством.

Список литературы • References

1. Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Применение данных дистанционного зондирования для широкомасштабного мониторинга водно-болотных угодий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. № 6. С. 9-34. DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-6-9-34.
   Shinkarenko S.S., Bartalev S.A. Application of remote sensing data in large-scale monitoring of wetlands. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa.* 2023;(6):9-34. (In Russ.). DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-6-9-34.
2. Исследование показателей угольных карьеров в топливно-энергетическом комплексе Республики Монголия с использованием ресурсов дистанционного зондирования / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Е.В. Логинова и др. // Уголь. 2023. № 1. С. 76-79. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-76-79.
   Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Skornyakova S.N., Maglinets Yu.A., Raevich K.V., Latyntsev A.A., Pavlova P.L., Lunev A.S. Studies of coal pit performance in the fuel and energy complex of the Republic of Mongolia using remote sensing data. *Ugol'.* 2023;(1):76-79. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-76-79
3. Корниенко С.Г. Изучение динамики термокарстовых озер в районе Ямбургского месторождения по данным спутников Landsat // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 5. С. 246-260. DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-5-246-260.
   Kornienko S.G. Studying the dynamics of thermokarst lakes in the area of the Yamburg gas field using Landsat satellite data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa.* 2023;20(5):246-260. (In Russ.). DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-5-246-260.
4. Zenkov I.V., Morin A.S., Vokin V.N., Kiryushina E.V. Remote sensing of mining and haul-age equipment arrangement in Russia: A case-study of the coal and iron ore industry. *Eurasian mining.* 2020;(2):46-49.
5. Li S., Li J., Du W. et al. Combining Satellite Images and the Hydraulic Engineering Archive to Map the Processes of Reservoir Construction in Xinjiang. *Remote Sens.* 2024;(16):328. DOI: 10.3390/rs16020328.
6. Deng L., Yan E., Jiang J. et al. Estimating Fine Fuel Load Using Sentinel-2A Imagery and Machine Learning: A Case Study in the Mountainous Forests of Changsha, China. *Remote Sens.* 2023;(15):5721. DOI: 10.3390/rs15245721.
7. Jang W., Kim J., Kim J.H. et al. Evaluation of Sentinel-2 Based Chlorophyll-a Estimation in a Small-Scale Reservoir: Assessing Accuracy and Availability. Remote Sens. 2024;(16):315. DOI: 10.3390/rs16020315.
8. Wei Li, Zhe Li, Yongfeng Wei et al. Square ancient sites detection in typical regions of the Mongolian plateau using improved faster R-CNN from Google Earth high-resolution images. *International Journal of Remote Sensing*. 2023;44(17):5207-5227. DOI: 10.1080/01431161.2023.2244641.
9. Xiaofang Jiang, Hanchen Duan, Jie Liao et al. Comparative research on multi-algorithm of soil salinity monitoring based on Gaofen-5, Sentinel-1, and Sentinel-2. *International Journal of Remote Sensing*. 2023;44(15):4704-4726. DOI: 10.1080/01431161.2023.2235640.
10. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: https://www.google.com.earth/ (accessed 15.11.2024).

Authors Information

Mironova Zh.V. – PhD (Engineering), Associate Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Zenkov I.V. – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work, Siberian Research Institute of Mining and Surveying, Krasnoyarsk, 660025, Russian Federation, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Trinh Le Hung – PhD (Engineering), Associate Professor, Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

Yuronen Yu.P. – PhD (Engineering), Associate Professor, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

Shtresler K.A. – Senior lecturer, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Sizova T.N. – Senior lecturer, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Информация о статье

Поступила в редакцию: 22.10.2024
Поступила после рецензирования: 15.11.2024
Принята к публикации: 28.11.2024

Paper info

Received October 22, 2024
Reviewed November 15, 2024
Accepted November 28, 2024