

УДК 622.4/6

## ДРЕНАЖНЫЙ КОМПЛЕКС ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА



Н. П. МАЛИНА,  
главный гидрогеолог,  
malina\_n\_p@lebgok.ru



О. В. АНПИЛОВ,  
начальник  
дренажной шахты

АО «Лебединский ГОК», Губкин, Россия

### Введение

История разработки Лебединского железорудного месторождения неразрывно связана с развитием системы осушения карьера. Мировая практика не знает другого такого крупного горного объекта, обрабатываемого в столь сложных гидрогеологических условиях. Система осушения карьерного поля трансформировалась по мере развития горных работ. При становлении и совершенствовании этой системы критически осмысливался и полезно использовался отечественный и зарубежный опыт защиты карьеров от притока подземных и атмосферных вод [1–17].

### Развитие системы осушения карьера

Проект осушения карьера богатых руд был составлен институтом «Фундаментпроект» и включал комплекс работ по водопонижению в сложных гидрогеологических условиях. В первые годы разработки Лебединского месторождения осушение проводилось понизительными скважинами, пробуренными с поверхности и оборудованными насосными установками АТН-10, а также с помощью земснарядов с перекачивающими насосными станциями по контуру карьера.

В 1956 г. началась проходка стволов № 1, 2, 3 дренажной шахты и работа по закладке подземного дренажного комплекса. С 1956 по 1961 г. было пройдено 5077 пог. м. горизонтальных горных выработок, построена подземная насосная станция, что дало возможность постепенно переоборудовать водопонижающие скважины в сквозные фильтры.

Ввод в действие водопонижительных сооружений и устройств, используемых в период строительства карьера, происходил постепенно в соответствии с темпами ведения горных работ и календарным планом развития карьера. В течение 1961 г. осуществлялся переход на осушение карьера в основном подземным способом. В 1960-е годы развитие подземного дренажного комплекса шло в северном направлении, а горные работы продолжались в западном и восточном направлениях. Был построен ствол № 4

Рассматривается история осушения Лебединского месторождения, начиная с 1950-х годов и до наших дней. Подробно освещаются работы по водопонижению в сложных гидрогеологических условиях в составе подземного и внутрикарьерного дренажных комплексов. Приведены объемные показатели эксплуатации дренажных устройств.

**Ключевые слова:** осушение карьера, водоносный горизонт, дренажная шахта, подземные выработки, водоотводные каналы.

**DOI:** 10.17580/gzh.2017.05.13

с центральной подземной насосной станцией и сетью дренажных выработок. В 1971 г. введена в работу насосная станция горизонта –100 м, которая откачивала воду из зумпфа карьера в водосборники ствола № 1. С расширением работ в карьере и углублением их ниже –200 м возникла необходимость в строительстве ствола № 5 с отходящими выработками и центральной насосной станцией. Решение этой задачи позволило расширить дренажное кольцо, а стволы № 1, 2 и 3 были впоследствии погашены горными работами карьера и прекратили свое существование.

На начальном этапе разработки месторождения велась добыча богатых железных руд. С 1971 г. в карьере начинается совместная добыча богатых руд и железистых кварцитов. Осушение карьера в это время обеспечивалось внешним и внутренним дренажными контурами.

Внешний дренажный контур был представлен сооружениями дренажной шахты, в которые входили грузолюдские и вентиляционные стволы, кольцевые и диагональные подземные дренажные выработки, центральные подземные насосные станции с водосборниками, сквозные фильтры и восстающие дренажные скважины.



План дренажной шахты

© Малина Н. П., Анпилов О. В., 2017

Элементы внутреннего дренажного комплекса располагались непосредственно в карьере и были представлены прибортовыми дренажными канавами с приемными зумпфами и водосбросными скважинами в них, закрытым горизонтальным трубчатым дренажем со смотровыми и перепускными колодцами, водоотводными канавами. Такой дренаж обеспечивал осушение северного и западного бортов карьера. Защита карьера от поверхностных, паводковых вод и атмосферных осадков достигалась с помощью дамб обвалования и нагорных канав.

Подземные воды архей-протерозойского и проскоки альб-сеноманского водоносных горизонтов, паводковые воды, атмосферные осадки с площади, ограниченной прибортовыми дренажными канавами, собирались в зумпфе на нижнем горизонте карьера, откачивались насосной станцией карьерного водоотлива и поступали по водосбросным скважинам в выработки подземного дренажного комплекса.

Развитие и совершенствование принятой системы осушения карьера Лебединского ГОКа продолжается и в настоящее время. Сегодня карьер опоясывают более 36 км подземных дренажных выработок. Из них пробурено 313 восстающих дренажных скважин и 8 сквозных фильтров. По 38 водосбросным скважинам в выработки шахты сбрасываются воды, собранные внутренним дренажным контуром и откачиваемые из зумпфа насосной станцией карьерного водоотлива.

Центральными подземными насосными станциями стволов № 4 и 5 дренажной шахты за последние пять лет откачивается по 66–72 млн м<sup>3</sup> воды в год. Вода подается на поверхность в приемные емкости насосных станций второго подъема и перекачивается для использования в технологических процессах. Вода из 20 восстающих дренажных скважин, запитанных в хозяйственно-питьевой коллектор, практически обеспечивает хозяйственно-питьевое водоснабжение комбината и его дочерних предприятий.

Внутренний дренажный контур на сегодняшний день состоит из прибортовых дренажных и водоотводных канав, закрытого трубчатого дренажа, перепускных труб, водосбросных скважин, забивных скважин-фильтров и колодцев лучевых дренажей. Проходка прибортовых канав в новом положении (перенос) выполняется по мере продвижения фронта горных работ.

На обводненных участках бортов карьера, поставленных в предельное положение, для сбора подземных вод внутри массива альб-сеноманских песков и придания откосам дополнительной устойчивости сооружены горизонтальные лучевые скважины и забивные скважины-фильтры, разгружающиеся в прибортовые дренажные канавы. На участках, где из-за стесненности рабочего пространства отсутствует возможность проходки прибортовой дренажной канавы, сооружены колодцы, из которых пробурены субгоризонтальные скважины, дренирующие воды альб-сеноманского горизонта, и водосбросные шпурсы.

Созданная в начале разработки месторождения режимная сеть наблюдательных гидрогеологических скважин исправно функционирует и продолжает расширяться. Контроль и анализ динамики уровней, качества воды подземных водоносных гори-



зонтов необходимы для выработки мер по осушению наиболее обводненных участков бортов карьера, оценки влияния работ по осушению на динамику уровней и качество подземных вод. В настоящее время режимная сеть состоит из 154 наблюдательных скважин. Скважины располагаются на территории комбината, прилегающих и удаленных территориях. Расстояние до наиболее удаленных скважин режимной сети 5–9,4 км. Замеры уровней подземных вод по скважинам проводятся ежемесячно.

Среднегодовые притоки к насосным станциям дренажной шахты за 2016 г. составили 8812,8 м<sup>3</sup>/ч, в том числе от внешнего дренажного контура 5599,3 м<sup>3</sup>/ч; от внутреннего дренажного контура 2849,5 м<sup>3</sup>/ч; от насосной станции карьерного водоотлива 364 м<sup>3</sup>/ч.

В усилиях по совершенствованию техники и технологии водопонижительных работ большое значение имеет сотрудничество



специалистов комбината с проектными и научными организациями. Успешно решаются многие вопросы сооружения и эксплуатации дренажных устройств, бурения водосбросных и водопонижительных скважин.

Так, в частности, была решена проблема преждевременного выхода из строя восстающих дренажных скважин из-за кольматации фильтров. Специалистами института ВИОГЕМ были разработаны фильтры из коррозионностойкой стали, применение которых существенно увеличило срок службы скважин. Также был разработан проект реконструкции закрытого дренажа, на основании которого сооружены колодцы с субгоризонтальными скважинами в них; это позволило снизить уровень подземных вод на малодоступных участках. Для повышения эффективности работы внутреннего дренажного

контура институтом ВИОГЕМ осуществлена оценка состояния бортов карьера и откосов отвалов с целью прогноза ожидаемых, допустимых и предельных значений их устойчивости. Успешно внедрены в производство проектные решения института по проходке горных выработок в сложных горно-геологических условиях.

Совместно со специалистами Санкт-Петербургского горного университета проводились геомеханические исследования устойчивости горных выработок дренажной шахты, были разработаны и внедрены новые методики наблюдения. Тесное сотрудничество с проектными институтами продолжается и поныне.

### Заключение

Наращивание производственной мощности карьера и повышение интенсивности горных работ, реорганизация транспортной схемы – все это предопределяет необходимость постоянного совершенствования системы осушения, поддержания уступов и бортов карьера в устойчивом состоянии. Безопасность и надежность функционирования системы осушения являются залогом успешной работы всего горнотранспортного комплекса. Дальнейшее развитие дренажного комплекса идет в ногу со стратегией развития комбината в целом.

### Библиографический список

См. англ. блок.

«GORNYI ZHURNAL», 2017, № 5, pp. 58–61  
DOI: 10.17580/gzh.2017.05.13

#### Drainage system at Lebedinsky GOK

##### Information about authors

N. P. Malina<sup>1</sup>, Chief Hydrogeologist, malina\_n\_p@lebgok.ru

O. V. Anpilov<sup>1</sup>, Head of Drainage Mine

<sup>1</sup> JSC Lebedinsky GOK, Gubkin, Russia

##### Abstract

The history of mining at Lebedinsky iron ore deposit is inseparably connected with the expansion of the drainage system at the open pit mine. The international practice knows no other that large mining object developed under such complicated hydrogeological conditions. The open pit mine field drainage system underwent transformation as mining operations hit deeper levels. During generation and improvement of this system, both domestic and foreign experience of open pit mine protection from inflow of underground water and atmospheric fallout has been grasped and used beneficially.

At the present type, the drainage system at Lebedinsky GOK (Mining and Processing Plant) consists of two loops: external (underground openings of the drainage mine) and internal (drainage facilities inside the open pit mine). The external loop begins the open pit mine with the drainage workings over 36 km in overall length, including 313 drainage raises and 8 cased holes with filters. Discharge wells in number of 38 drain water collected in the internal drainage loop and by the pumping station of the open pit mine into the underground workings.

The central underground pumping stations in the drainage mine shafts annually pump out 66–68 Mm<sup>3</sup> of water in recent five years. Water is taken out to the surface receiving reservoirs of the pumping stations of the second lift stage and is pumped over to be used in production processes. Drainage raises in number of 20, connected to a water collector, supply Lebedinsky GOK and subsidiary production units with utility and drinking water.

The internal drainage loop includes the pitwall drain and discharge trenches, closed pile drainage, by-pass pipes, discharge horizontal fan holes, driven wells with filters and fan hole pits. The pitwall trenches are re-driven (transferred) as mining front advances.

In 2016 the annual inflow to the pumping stations of the drainage mine has totaled 8812.8 m<sup>3</sup>/h,

including 5599 m<sup>3</sup>/h from the external loop, 2849.5 m<sup>3</sup>/h from the internal loop and 364 m<sup>3</sup>/h from the pumping station of the open pit mine drainage.

**Keywords:** open pit mine drainage, aquifer, drainage mine, underground openings, discharge trenches.

##### References

- Pisanets E. P., Mironenko V. A. Water level lowering on Kursk Magnetic Anomaly open pits. Moscow : Nedra, 1968. 136 p.
- Vorontsov V. I., Shaber G. B. Intensification of work of draining units during the dehydration of mineral deposits. Moscow : Nedra, 1975. 205 p.
- Abramov S. K., Gazizov M. S., Kostenko V. I. Protection of open pits from water. Moscow : Nedra, 1976. 230 p.
- Oksanich I. F., Beresnev V. S., Gordon A. B. et al. Deosit dehydration during the construction of iron ore enterprises. Moscow : Nedra, 1977. 285 p.
- Shestakov V. M. Underground waters dynamics. Second edition, revised and enlarged. Moscow : MGU, 1979. 369 p.
- Kuzkin V. I., Samsonov B. G., Rossman G. I., Petrova N. V. Engineering-geological, hydrogeological and geoeological investigations during the exploration and exploitation of ore deposits. Moscow : RITs VIMS, 2002. 119 p.
- Malina N. P. Underground waters and pit dehydration on Lebedinskoe deposit. *Gornyi Zhurnal*. 2007. No. 7. pp. 54–55.
- Ipatov P. P., Strokova L. A. Basic engineering geology. Tomsk : Izdatelstvo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2012. 365 p.
- Chibireva E. A. Hydrogeological evaluation of accessing and mining of Tarynnakh and Gorkitsky iron ore bodies in the Republic of Sakha (Yakutia). *Gornyi Zhurnal*. 2016. No. 7. pp. 54–58. DOI: 10.17580/gzh.2016.07.12
- Subbarao C., Subbarao N. V., Chandu S. N. Characterisation of groundwater contamination using factor analysis. *Environmental Geology*. 1996. Vol. 28, Iss. 4. pp. 175–180.
- Appelo C. A. J., Postma D. Geochemistry, groundwater and pollution. 2nd edition. Florida : CRC Press, 2005. 683 p.



12. Gororhovski V. Effective Parameters of Hydrogeological Models. 2nd edition. New York : Springer, 2014. 182 p.
13. Hencher S. Practical Engineering Geology. London : Spon Press, 2012. 450 p.
14. Hisafumi Asaue, Naoyuki Tadakumsa, Katsuaki Koike. Application of GIS to Hydrogeological Structure Modeling Aimed at Conservation of Groundwater Resources. *Resources Geoinformatics*. 2014. Vol. 25, No. 3. pp. 159–168.
15. Owoseni J. O., Tamarautobou E. U., Asiwaju-Bello Y. A. Application of Sequential Analysis and Geographic Information Systems for Hydrochemical Evolution Survey, Shagari Environ, Southwestern Nigeria. *American International Journal of Contemporary Research*. 2013. Vol. 3, No. 3. pp. 38–48.
16. Gattinoni P., Pizzarotti E. M., Scesi L. Engineering Geology for Underground Works. New York : Springer, 2014. 312 p.
17. Belkhiri L., Narany T. S. Using Multivariate Statistical Analysis, Geostatistical Techniques and Structural Equation Modeling to Identify Spatial Variability of Groundwater Quality. *Water Resources Management*. 2015. Vol. 29, Iss. 6. pp. 2073–2089.

ЮБИЛЕИ

## БАДТИЕВУ БАТРАДЗУ ПЕТРОВИЧУ — 60 ЛЕТ



Исполнилось 60 лет Батрадзу Петровичу Бадтиеву, известному специалисту в области горного дела, ныне заместителю директора департамента горнорудного производства компании «Металлоинвест», доктору технических наук, заслуженному шахтеру Российской Федерации.

Б. П. Бадтiev прошел долгий и славный трудовой путь. По стопам своего отца-горняка он поступил в Северо-Кавказский горно-металлургический институт и после его окончания в 1985 г. был направлен на работу на Норильский комбинат. Здесь он проработал 25 лет.

Первые годы становления молодого специалиста пришлось на рудник «Таймырский», куда он был принят проходчиком 4-го разряда, а уже через 7 месяцев был переведен на должность горного мастера. Незаурядные способности, глубокие знания наряду с высокими волевыми качествами, самодисциплиной и обостренным чувством ответственности позволили ему в сравнительно короткий срок пройти все дальнейшие ступени инженерной карьеры: начальник участка, главный инженер шахты № 1, заместитель главного инженера рудника «Таймырский».

С 1996 г. у Б. П. Бадтиева новое место работы и дальнейший должностной рост: главный инженер в ОАО «Талнахское горно-обогатительное объединение», главный инженер Горного управления Норильского комбината, а в 2000 г. главный инженер Горно-геологического управления Заполярного филиала ОАО «ГМК «Норильский никель». Таким образом, уже в 43 года ему доверили самую ответственную инженерную должность в области горного производства крупнейшего предприятия цветной металлургии России.

Завершающим этапом (2007–2010 гг.) работы Б. П. Бадтиева на Норильском комбинате явилось директорство в рудоуправлении «Талнахское» в составе 3 системообразующих подземных рудников — «Маяк», «Комсомольский» и «Скальный».

Свою насыщенную производственную деятельность Батрадз Петрович успешно сочетал с научной и преподавательской. В 2001 г. он защитил кандидатскую диссертацию, а в 2009 г. — докторскую. Б. П. Бадтiev преподавал в Норильском индустриальном институте. Туда же после ухода с комбината он перешел на

должность заведующего кафедрой «Разработка месторождений полезных ископаемых», где трудился до мая 2013 г.

После возвращения на родину Б. П. Бадтiev в 2014 г. был принят на должность профессора кафедры горного дела Северо-Кавказского горно-металлургического института.

Глубокое понимание всех нюансов горного производства и ценный опыт руководства коллективами на всех уровнях, приобретенный Б. П. Бадтievым в ходе работы в Норильске, позволили ему возглавить центр всей технической политики одного из крупнейших в мире предприятий по добыче и переработке железистых кварцитов. В августе 2014 г. он по приглашению руководства ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ» перешел на работу в эту компанию, где в настоящее время возглавляет Управление мониторинга и перспективного развития горных работ Департамента горнорудного производства.

За период работы в компании Б. П. Бадтiev зарекомендовал себя как высококвалифицированный и инициативный руководитель. В его обязанности входит подготовка технических решений по ключевым проектам развития горных работ и увеличению производственных мощностей карьеров в соответствии со стратегией компании.

Б. П. Бадтiev является инициатором внедрения новых технологий и систем. Так, под его руководством была внедрена автоматизированная система управления буровыми станками на Михайловском и Лебединском ГОКах. Он принимает непосредственное участие в главных инвестиционных проектах компании, таких, как строительство дробильно-конвейерного комплекса на Михайловском ГОКе и объектов циклично-поточной технологии на Лебединском ГОКе.

Успешный многолетний труд Б. П. Бадтиева отмечен государственными наградами и ведомственными знаками отличия.

Научно-техническая общественность, коллеги и друзья поздравляют Батрадза Петровича с юбилеем, желают ему долголетия и новых творческих успехов в научной, наставнической и производственной деятельности.

ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ»,  
АО «Издательский дом «Руда и Металлы»,  
редколлегия и редакция «Горного журнала»