© А.Я. Третьяк, Ю.Ф. Литкевич, А.Н. Гроссу, 2015

УДК 622.341.1

А.Я. Третьяк, Ю.Ф. Литкевич, А.Н. Гроссу

ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОДОБЫЧИ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ

Известные технологии скважинной гидродобычи железных руд, применявшиеся на Шемраевском месторождении КМА, оказались малоэффективными для применения на Гостищевском месторождении из-за прослоев горных пород толщиной до 90 см, разделяющих мощные пласты рыхлых железных руд. Рассмотрена возможность применения в компоновке гидродобычного агрегата – бурового долота режущего типа с гидромониторным приводом для разбуривания прослоев и приготовления пульпы. Представлена конструктивная схема долота и гидродобычного агрегата с пульпоподъемной установкой. Дано описание его работы в режиме разбуривания прослоев и в режиме приготовления пульпы. Выполнены технологические расчеты и обоснована возможность применения долота с гидромониторным приводом для разбуривания пород с контактной прочностью $P_к$ = 450 МПа, что соответствует средней крепости прослоев на Гостищевском месторождении.

Ключевые слова: скважинная гидродобыча железных руд, Гостищевское месторождение железных руд, пульпоподъемная установка, буровое долото, гидромониторный привод, разбуривание прослоев, расчеты сил резания.

Запасы богатых железных руд с содержанием железа до 68%, исчисляемые многими миллиардами тонн, сосредоточенные в пределах Белгородской области Курской магнитной аномалии (КМА), залегают в сложных горно-геологических условиях. Скважинная гидродобыча (СГД) этих руд впервые была внедрена на Шемраевском месторождении в 1990 г. За три года эксплуатации было добыто более 200 тыс. т высококачественной железной руды с глубины 600–700 м. Такая руда позволяет без предварительного обогащения в электрометаллургическом производстве получать высококачественную сталь.

По ряду причин добыча руды на Шемраевском месторождении была законсервирована. Вторым, наиболее перспективным, является Гостищевское месторождение. Однако сложность гидродобычи железной руды на Гостищевском месторождении из пластов, залегающих на глубине 530–795 м, обусловлена наличием пропластков мощностью до 90 см, которые не удается разрушать технологиями, применяемыми на Шемраевском месторождении.

Анализ технологических характеристик гидродобычных снарядов (рис. 1), которые применялись на Шемраевском месторождении, позволил разработать устройство и соответствующую технологию для скважинной гидродобычи железной руды применительно к геологическим условиям Гостищевского месторождения.

На рис. 2 представлена схема пульпоподъемной установки гидродобычного агрегата с устройством для разрушения прослоев и приготовления пульпы из рыхлых железных руд [1–4].

В настоящее время на Гостищевском месторождении пробурено две добычные скважины. Конструкция скважин следующая: направляющая колонна –

∅ 920 мм, кондуктор – ∅ 630 мм, техническая колонна – ∅ 426 мм, добычная колонна – ∅ 245 мм.

В добычной колонне расположены две трубы I и II (сечение АА) для постоянной подачи воды к долоту 7 с гидромониторным приводом и к гидромонитору 6. В обычном режиме отработки рабочего уступа вода от насоса через вертлюг 1 по трубам и II подается к гидромонитору 6 и долоту 7. Гидромониторные струи долота, направленные в противоположные стороны, вращают долото, размывают грудь забоя и превращают рыхлую руду в пульпу, которая по внутреннему каналу добычной колонны поднимается к окнам эрлифта 8. Гидромонитор 6, при медленном вращении добычной колонны, размывает

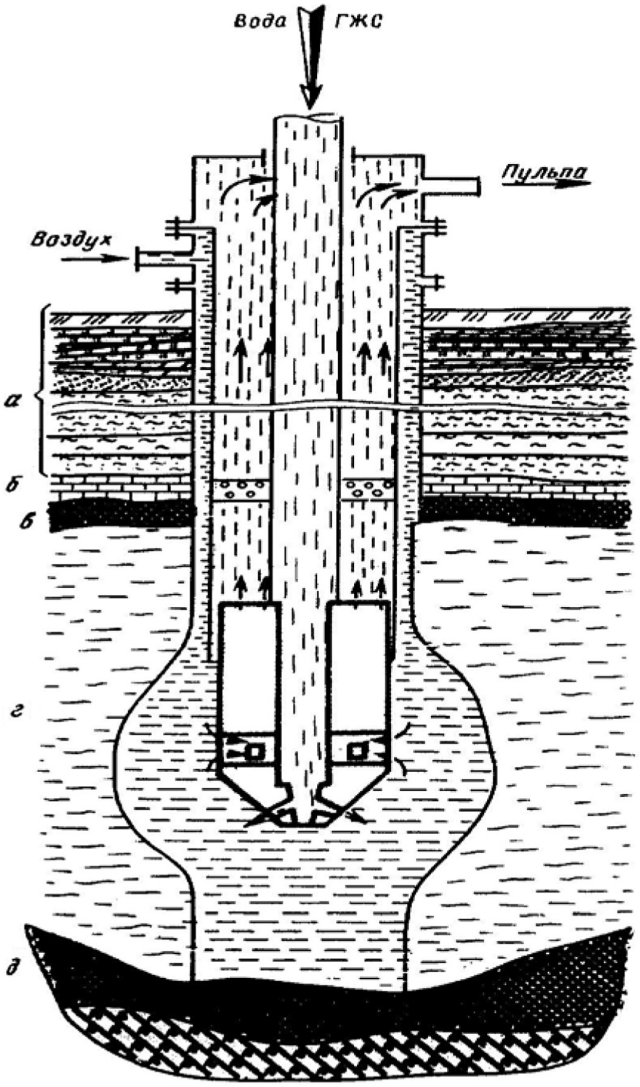

Рис. 1. Схема пульпоподъемной установки гидродобычного агрегата на Шемраевском месторождении

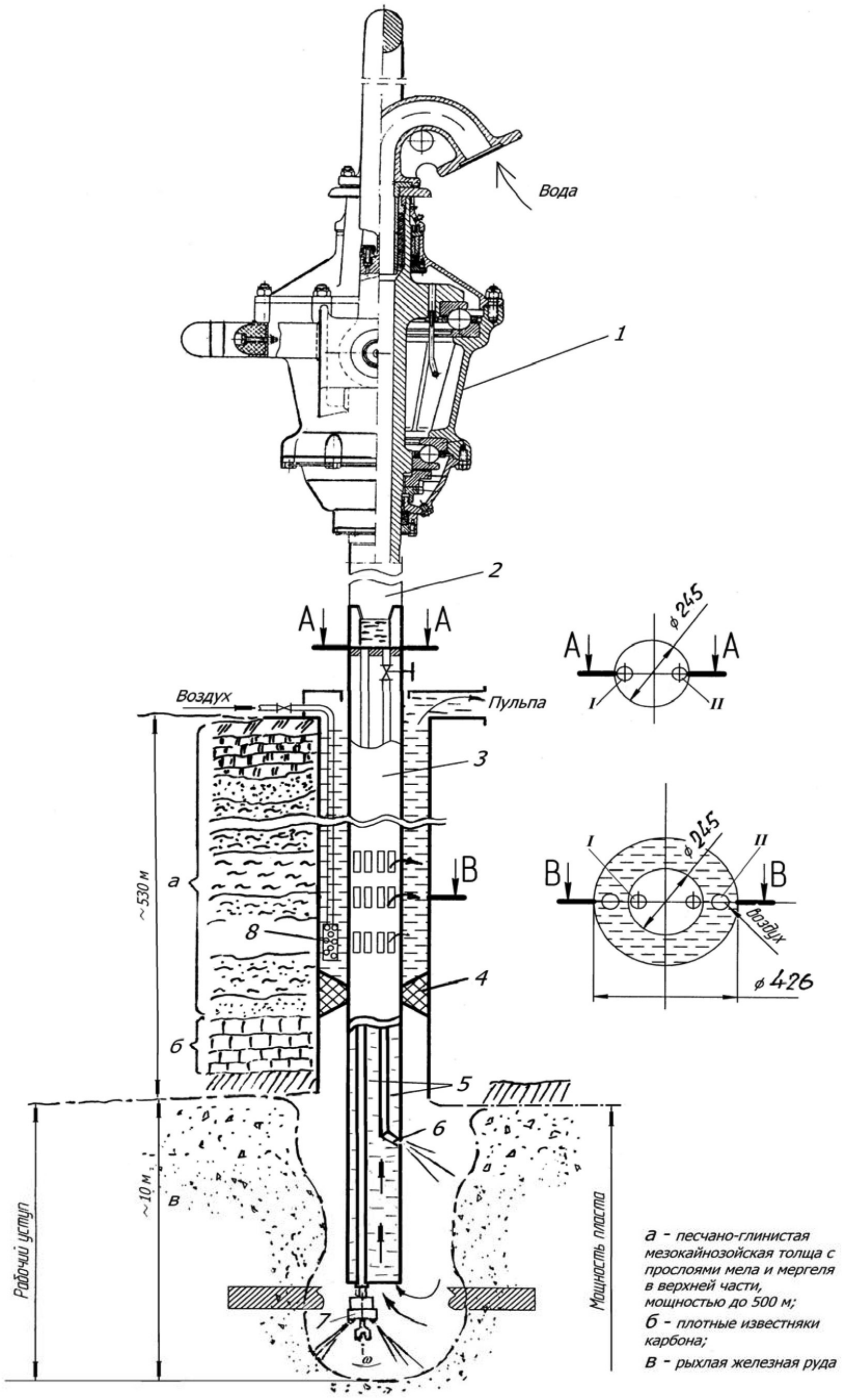

Рис. 2. Схема пульпоподъемной установки гидродобычного агрегата: 1 – вертлюг; 2 – ведущая труба; 3 – добычная колонна; 4 – пакер; 5 – трубопроводы I и II; 6 – гидромонитор; 7 – буровое долото с двумя гидромониторами; 8 – эрлифтная установка

боковые стенки рабочего уступа, превращая их в поднимающуюся к окнам эрлифта *8*, пульпу. В режиме разрушения пропластков гидромонитор *6* отключается перекрытием трубопровода II. Весь поток от насоса подается к буровому долоту с гидромониторным приводом (рис. 3). Выполненные расчеты [5] показывают, что при номинальном расходе Q = 50 л/с и давлении P = 10 МПа, из долота, на глубине 500 м вырываются гидромониторные струи диаметром d = 20 мм со скоростью $V \geq 80$ м/с.

Такой интенсивности гидромониторные струи, направленные на забой под углом 30°, производят предварительное разрушение прослоев и создают благоприятные условия для работы бурового долота. Кроме того, созданный ими крутящий момент, превышающий 350 Н·м на долоте, является достаточным для устойчивой работы бурового долота при разрушении пород IV–V категорий по буримости при осевом перемещении h = 1 мм/оборот.

Технологическая схема СГД, разработанная на кафедре «Бурение нефтегазовых скважин и геофизика» (БНГСиГФ), предусматривает две стадии производственного цикла – добычу руды и обезвоживание пульпы с отделением мелкой и крупной фракции руды и шламов. В технологии добычи руды и обезвоживания пульпы используются экологически чистые природные компоненты – электрическая энергия, вода и воздух.

Новизна гидромониторного метода разработки залежи руды, разделенной прослоями, заключается в применении гидромонитора и бурового долота режущего типа с гидромониторным приводом.

Таким образом, разработанная на кафедре БНГСиГФ новая технология гидродобычи железной руды с применением медленно вращающейся добычной колонны и нового бурового долота позволит значительно повысить извлекаемость руды из мощных пластов, разделенных прослоями.

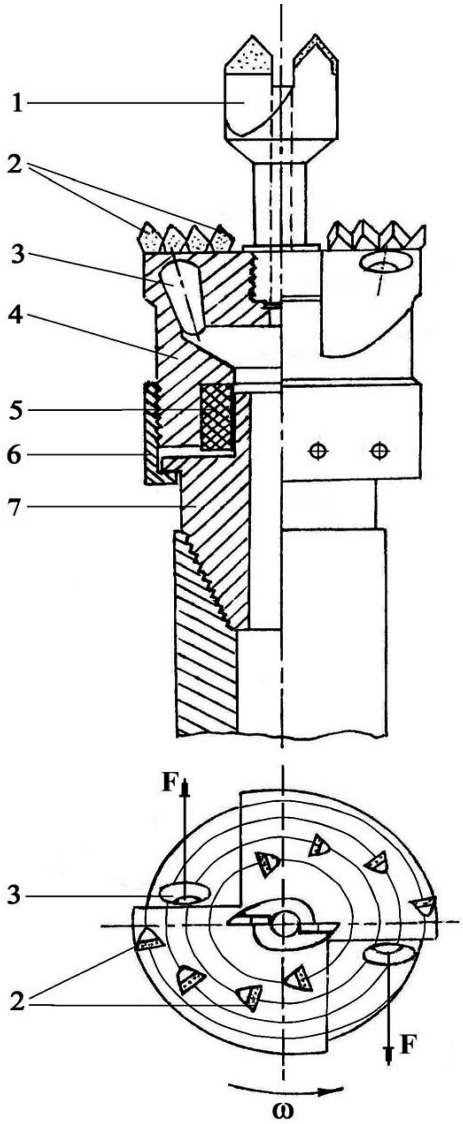

Рис. 3. Буровое долото режущего типа с гидромониторным приводом: 1 – забуривающая часть долота; 2 – твердосплавные режущие элементы; 3 – каналы для формирования гидромониторных струй; 4 – разбуривающая часть долота; 5 – втулка; 6 – присоединительная гайка; 7 – переводник

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аренс В.Ж., Бабичев Н.И., Башкатов А.Д. и др.* Скважинная гидродобыча полезных ископаемых: учеб. пособие. – М.: МГГУ, 2007. – 295 с.
2. *Аренс В.Ж.* Физико-химическая геотехнология: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГГУ, 2001. – 656 с.
3. *Крапивин М.Г., Раков И.Я., Сысоев Н.И.* Горные инструменты. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 256 с.
4. *Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др.* Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для втузов. 5-е изд., стер. – М.: Альянс, 2011. – 423 с.
5. *Третьяк А.Я., Литкевич Ю.Ф., Сапожников И.К., Гроссу А.Н.* Буровое долото режущего типа с гидромониторным приводом для скважинной гидродобычи железных руд // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2015. – № 1. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Третьяк Александр Яковлевич – доктор технических наук, профессор, академик РАЕН, зав. кафедрой, e-mail: 13050465@mail.ru,
Литкевич Юрий Федорович – кандидат технических наук, доцент, e-mail: 13050465@mail.ru,
Гроссу Анна Николаевна – старший преподаватель, e-mail: A.Grossu@mail.ru,
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова.

UDC 622.341.1

THE TECHNOLOGY OF HYDRAULIC ORE MINING ON KURSK MAGNETIC ANOMALY FIELD

Tretyak A.Ya.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor, Akademik RAEN, Head of Chair, e-mail: 13050465@mail.ru,
Litkevich Yu.F.[1], Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: 13050465@mail.ru,
Grossu A.N.[1], Senior Lecturer, e-mail: A.Grossu@mail.ru,
[1] Platov South-Russian State Polytechnical University (NPI), 346428, Novocherkassk, Russia.

The known technologies of hydraulic borehole mining of iron ores used in Shemraevskoye ore deposit proved ineffective for use on Gostischevskoye field due to layers of rocks up to 90 cm of thickness, separating the thick layers of loose iron ore.The article discusses the possibility of applying the hydromining plant – drilling bit of cutting type with hydraulic monitor drive for the drilling of interlayers and preparation of the pulp. The structural layout of the drilling bit and hydromining plant with pulp-raising unit are presented in the article. The description of layers drilling and pulp preparation modes are given. Engineering calculations are made. The author proves the possibility of applying the drilling bit with hydraulic monitor drive for drilling rocks with the contact strength of P_k *= 450 MPa which corresponds to average strength of interlayers on Gostischevskoye field.*

Key words: hydraulic borehole mining of iron ores; Gostischevskoe deposit of iron ores; pulp-raising setting; drilling bit; hydraulic monitor drive; drilling rocks; calculations of cutting forces.

REFERENCES

1. Arens V.Zh., Babichev N.I., Bashkatov A.D. *Skvazhinnaya gidrodobycha poleznykh iskopaemykh: ucheb. posobie* (Downhole hydraulic output of minerals: studies. manual), Moscow, MGGU, 2007, 295 p.
2. Arens V.Zh. *Fiziko-khimicheskaya geotekhnologiya: ucheb. posobie* (Physikal and chemikal geotechnology. Educational aid), Moscow, Izd-vo MGGU, 2001, 656 p.
3. Krapivin M.G., Rakov I.Ya., Sysoev N.I. *Gornye instrumenty*. 3-e izd. (Mountain Tools, 3rd edition), Moscow, Nedra, 1990, 256 p.
4. Bashta T.M., Rudnev S.S., Nekrasov B.B. *Gidravlika, gidromashiny i gidroprivody: uchebnik dlya vtuzov*, 5-e izd. (Hydraulics, hydromashines and gidroprivody: textbook for university, 5th edition), Moscow, Al'yans, 2011, 423 p.
5. Tret'yak A.Ya., Litkevich Yu.F., Sapozhnikov I.K., Grossu A.N. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskii region. Tekhnicheskie nauki*. 2015, no 1.