

НОВЫЕ ВИДЫ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Жуков И.А.

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: буровой инструмент, индентор, разрушение горной породы, бурение.

Аннотация. Повышение производительности буровых работ, совершенствование горных машин неразрывно связаны с поиском и разработкой новых конструкций породоразрушающего инструмента. Предлагаются новые варианты исполнения безлезвийных буровых коронок, которые могут применяться при вращательно-ударном или ударно-поворотном бурении. Представленные решения позволяют уменьшить энергоемкость бурения и трудоемкость изготовления инструмента.

NEW TYPES OF DRILLING TOOLS FOR ROCK DESTRUCTION

Zhukov I.A.

Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg

Keywords: drilling tool, indenter, rock destruction, drilling.

Abstract. Increasing the productivity of drilling operations, improving mining machines are inextricably linked with the search and development of new designs of rock-breaking tools. New versions of blade-free drill bits are offered, which can be used for rotary-impact or impact-rotary drilling. The presented solutions allow to reduce the energy intensity of drilling and the complexity of tool manufacturing.

Разработка месторождений твердых полезных ископаемых сопряжена с необходимостью разрушения и транспортировки больших объемов горных пород. Для реализации этих целей создаются разнообразные машины и механизмы. К настоящему времени одним из известных, апробированных, получивших широкое применение способов отделения массивов горных пород является механический, основанный на непосредственном воздействии буровым инструментом, выполненным из прочных и износостойких материалов, на разрушаемую породу. Современные бурильные машины создаются по одной из трех схем [1-3], обеспечивающих вращательно-поступательное движение инструмента (вращательное бурение), вращательно-поступательное движение инструмента с одновременным нанесением по нему ударов (вращательно-ударное бурение), дискретные повороты инструмента вокруг его геометрической оси с нанесением по нему ударов (ударное или ударно-поворотное бурение).

Согласно описанным схемам разрушение хрупких сред ведется посредством образования в них шпуров или скважин в результате

вращательного движения режущих лезвий инструмента, неизбежно приводящего к их абразивному износу. В практике горного дела находят также широкое применение безлезвийные инструменты, не имеющие острых краев. Любой острый край, являясь концентратором напряжений, позволяет передавать через себя ограниченную его физико-механическими свойствами энергию, что препятствует решению проблемы повышения производительности буровых работ. Опытным путем установлено, что безлезвийный инструмент может применяться как при ударно-поворотном бурении, так и при ударном.

Эксплуатация мощных машин ударного действия, применяемых для разрушения горных пород, сопряжена с необходимостью применения породоразрушающего инструмента безлезвийного типа (штыревых буровых коронок), армированного твердосплавными вставками – инденторами. В настоящее время безлезвийный буровой инструмент занял важное место при производстве буровых работ и выпускается целым рядом фирм.

Применение твердосплавных вставок для оснащения коронки позволяет простыми средствами (изменяя, например, их диаметр, геометрию, количество и схему размещения) создать практически неограниченное количество вариантов конструкций коронок и, следовательно, для данных конкретных горно-технических условий месторождения выбрать наиболее оптимальную. Однако, как показывают публикации последних лет работы по их совершенствованию и созданию новых конструкций продолжаются, т.к. безлезвийные буровые коронки являются в настоящее время наиболее перспективным породоразрушающим инструментом, отвечающим современной тенденции увеличения производительности работ бурильных машин.

С целью снижения энергоемкости процесса бурения и уменьшения трудоемкости при изготовлении буровой коронки были предложены новые технические решения безлезвийного бурового инструмента [4, 5], защищенные патентами РФ на изобретения.

Согласно патенту №2646637 [4] поставленная цель достигается выполнением на ударной поверхности корпуса буровой коронки (рис. 1) концентрического углубления, глубина которого задается не менее величины рабочего выступа индентора и диаметр – не менее двух диаметров индентора.

Предлагаемая буровая коронка состоит из корпуса 1, ударной поверхности 2 и инденторов 3 заданного диаметра d с заданным радиусом r их рабочего выступа высотой h . при этом на ударной поверхности корпуса выполнено концентрическое углубление глубиной не менее рабочего выступа индентора и диаметром не менее двух диаметров индентора, а инденторы расположены по краю концентрического углубления.

Глубина h_1 концентрического углубления 4 задается из условия $h_1 \geq h$, чтобы не происходило воздействие на забой дном углубления. Для достижения активного разрушения забоя в сторону углубления и снижения

энергоемкости бурения диаметр d_1 углубления выбирается не менее двух диаметров индентора, т.е. $d_1 > 2d$.

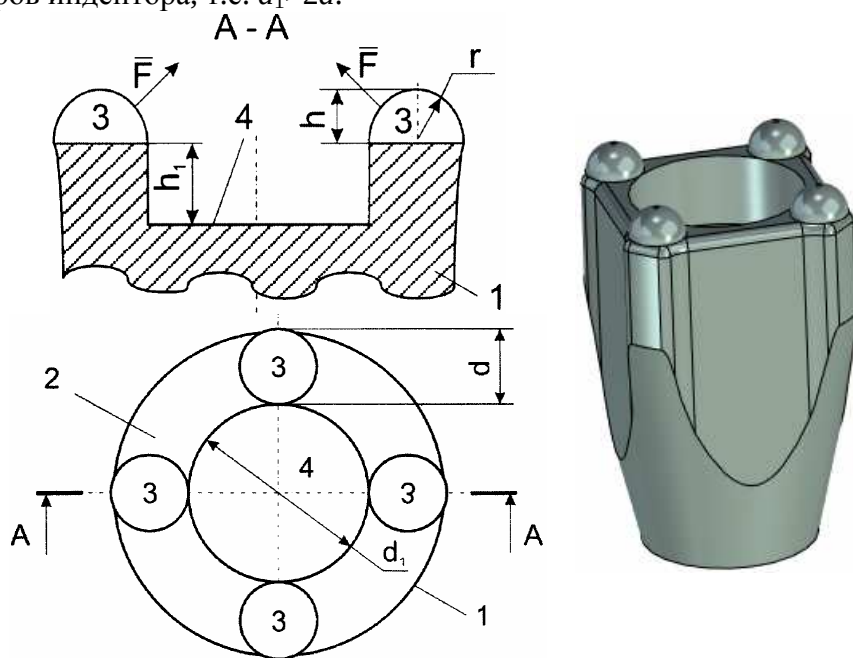


Рис. 1. Буровая коронка по патенту №2646637 [4]

Работает предлагаемый инструмент следующим образом. Буровая коронка закрепляется на штанге перфоратора. При нанесении коронкой ударов по забою скважины, вследствие наличия на ее ударной поверхности концентрического углубления, образуется керн, который далее в процессе бурения легко скалывается возникающими усилиями от инденторов, расположенных по краю концентрического углубления, из-за появляющихся сил F , направленных по нормали к поверхности инденторов.

В результате этого устраняется переизмельчение разрушенной горной породы, а также упрощается конструкция буровой коронки, что в свою очередь снижает энергоемкость бурения и уменьшает трудоемкость при изготовлении буровой коронки.

В соответствии с патентом №2655455 [5] решение поставленной задачи достигается путем размещения на ударной поверхности корпуса коронки инденторов, не являющихся периферийными относительно центра ударной поверхности корпуса коронки, по специальной схеме (рис. 2).

Предлагаемая буровая коронка состоит из корпуса 1, его ударной поверхности 2 с центром в точке O , периферийных относительно точки O инденторов 3, инденторов 4, 5, 6, не являющихся периферийными. При этом инденторы 4-6 расположены на разных радиусах r_1, r_2, r_3 относительно точки O соответственно по лучам OO_1, OO_2, OO_3 , которые проведены из точки O через заданный угол φ .

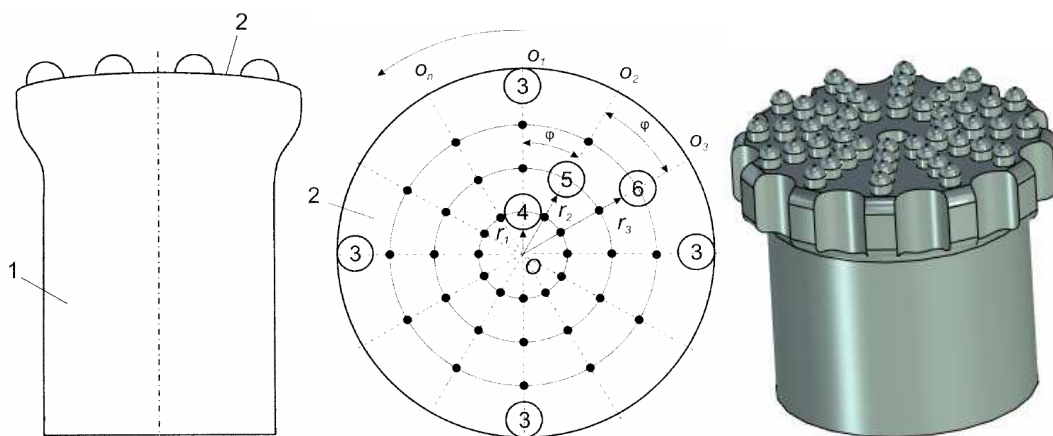


Рис. 2. Буровая коронка по патенту №2655455 [5]

Коронка при осуществлении ударноповоротного бурения всегда после нанесения удара поворачивается на строго определенный угол φ , зависящий от коэффициента крепости разрушаемой породы. При первом ударе индентор 4 разрушит забой в точке, расположенной на луче OO_1 на расстоянии r_1 от центра O . Далее произойдет поворот коронки на угол φ и индентор 5 займет позицию также на луче OO_1 и за счет второго удара произойдет второе разрушение на этой линии. При следующем повороте коронки уже индентор 6 займет свое место на той же линии OO_1 и третьим ударом обеспечит радиальное разрушение по всей линии OO_1 . В результате такой геометрии расположения инденторов на ударной поверхности корпуса буровой коронки можно целенаправленно производить разрушение забоя по лучевым линиям, исходящим из центра O через заданный угол. Доразрушение при этом производится периферийными инденторами 3.

Посредством предлагаемого расположения инденторов достигается разрушение горной породы по концентрическим линиям, проведенным из центра забоя через заданный угол, в результате этого снижается энергоемкость бурения.

Новые виды породоразрушающего инструмента вполне могут найти свое применение в практике горного дела при выполнении буровых работ по породам различной крепости.

Список литературы

1. Алимов О.Д. Бурильные машины / О.Д. Алимов, Л.Т. Дворников – М.: Машиностроение, 1976. – 295 с.
2. Бегагоен И.А. Бурильные машины. Расчет, конструкции, долговечность / И.А. Бегагоен, А.Г. Дядюра, А.И. Бажал. – М.: Недра, 1972. – 368 с.
3. Иванов К.И. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. Изд. 2, перераб. / К.И. Иванов, М.С. Варич, В.И. Дусев и др. – М.: Недра, 1974. – 408 с.
4. Патент №2646637 РФ, МПК E21B 10/36, E21B 10/48. Буровая коронка / Дворников Л.Т., Никитенко С.М., Жуков И.А., Корнеев В.А. (РФ) – №2016145016; приоритет от 16.11.2016; опубл. 06.03.2018, Бюл. №7.

5. Патент №2655455 РФ, МПК E21B 10/36, E21B 10/48. Буровая коронка / Дворников Л.Т., Никитенко С.М., Жуков И.А., Корнеев В.А. (РФ) – №2017130064; приоритет от 24.08.2017; опубл. 28.05.2018, Бюл. №16.

References

1. Alimov O.D. Drilling machines / O.D. Alimov, L.T. Dvornikov. – М.: Mechanical Engineering, 1976. – 295 p.
2. Begagoen I.A. Drilling machines. Calculation, constructions, durability / I.A. Begagoen, A.G. Dyadyura, A.I. Bazhal. – М.: Nedra, 1972. – 368 p.
3. Ivanov K.I. Drilling technique in the development of mineral deposits / K.I. Ivanov, M.S. Varich, V.I. Dusev et al. – М.: Nedra, 1974. – 408 p.
4. Patent No. 2646637 RU, IPC E21B 10/36, E21B 10/48. Drill bit / Dvornikov L.T., Nikitenko S.M., Zhukov I.A., Korneev V.A. – No. 2016145016; priority from 16.11.2016; publ. 06.03.2018, Bull. No. 7.
5. Patent No. 2655455 RU, IPC E21B 10/36, E21B 10/48. Drill bit / Dvornikov L.T., Nikitenko S.M., Zhukov I.A., Korneev V.A. – No. 2017130064; priority from 24.08.2017; publ. 28.05.2018, Bull. No. 16.

Сведения об авторах:

Жуков Иван Алексеевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры машиностроения, Санкт-Петербургский горный университет, г.Санкт-Петербург, Россия, tmmiok@yandex.ru

Information about authors:

Zhukov Ivan Alekseevich – doctor of technical sciences, associate professor, professor of Department of mechanical engineering, Saint-Petersburg mining university, Saint-Petersburg, Russia

Получена 16.06.2021