

УДК 622.235

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОМЫВОЧНЫХ УЗЛОВ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ БУРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ



Ж. Б. ТОШОВ,

декан,
доцент, канд. техн. наук,
Навоийский государственный
горный институт (Навои, Узбекистан)
javokhir.toshov@yandex.ru

На примере открытой разработки Джерой-Сардаринского пластового месторождения фосфоритов в Узбекистане представлен анализ проблем шарошечного бурения взрывных скважин по толщине вскрывного массива, сложенного изменчивыми по крепости и вещественному составу горными породами, в том числе глинистыми прослоями.

Ключевые слова: месторождение фосфоритов, пласты, шарошечное бурение взрывных скважин, породоразрушающий инструмент, сальникообразование, противосальниковое устройство защиты рабочего инструмента.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.02.04>

Введение

Крупное Джерой-Сардаринское месторождение фосфоритов в Узбекистане занимает большие площади межгорных впадин в Центральных Кызылкумах и разрабатывается открытым способом (карьер «Ташкура» Центрального рудоуправления Навоийского ГК). Месторождение представлено двумя пластами (I и II) фосфоритов, обрабатываемых комбайновым способом. Покрывающая толща вскрывных пород представлена супесью, гравелитом, глиной, маломощным фосфатизированным слоем глинистых мергелей и обрабатывается буровзрывным способом, как и представленное мергелем междупластье. Мощность глинистых пород изменчива и достигает 25 м. Такая значительная перемежаемость вскрывных пород по типам, вещественному составу, крепости и другим характеристикам порождает проблемы как поддержания оптимального режима бурения скважин, так и обеспечения эффективности работы породоразрушающего инструмента.

В связи с этим в настоящей статье показаны результаты исследования путей совершенствования породоразрушающего инструмента применительно к условиям бурения взрывных скважин во вскрывных породах в карьере «Ташкура».

Пути совершенствования породоразрушающего инструмента

Для обуривания вскрывных пород в карьере «Ташкура» используют серийные шарошечные долота диаметром 250,8 мм V-ACS64Y-R1203-7 производства ОАО «Уралбурмаш». К основным факторам, влияющим на эффективность и стойкость породоразрушающего инструмента при бурении скважин в изменчивых по характеристике горных породах относятся: динамические

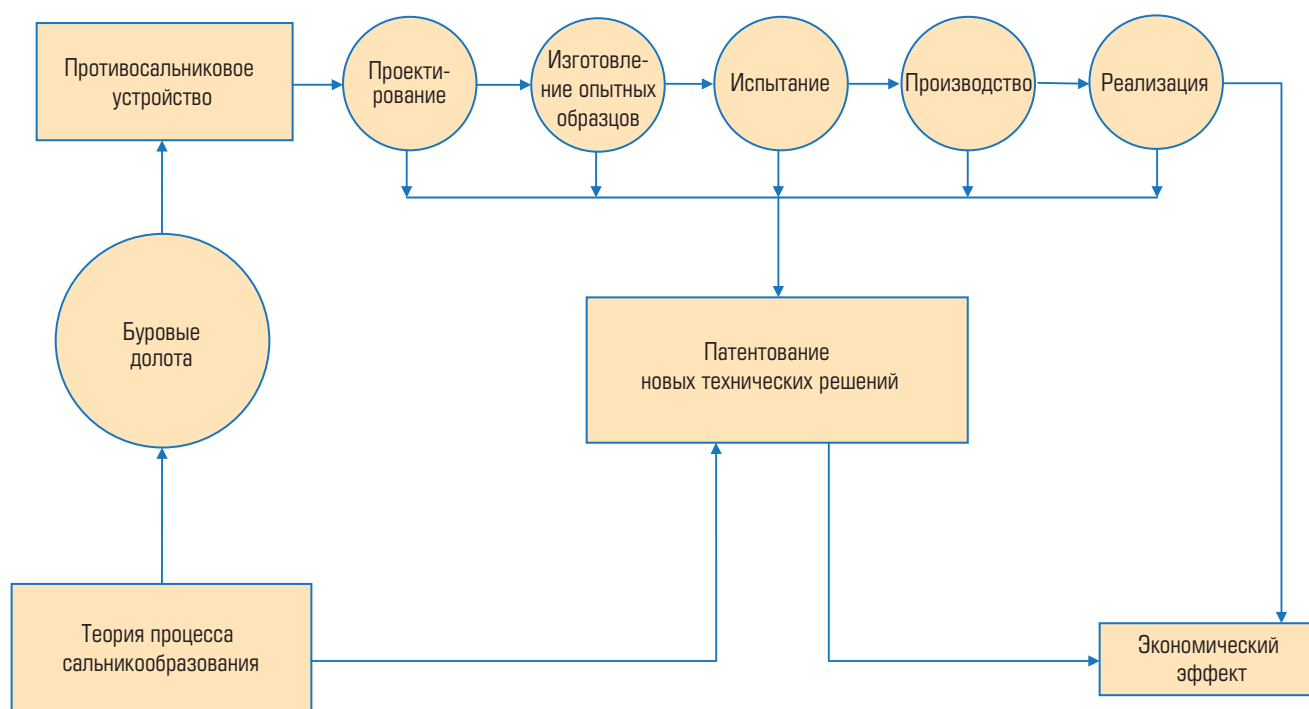
(ударные и колебательные) воздействия на инструмент, обусловленные как конструктивными особенностями бурового агрегата, так и несвоевременным регулированием режима работы с изменением параметров буримых пород [1]; недостаточная герметизация основных узлов буровых долот от воздействия промывочной воды и шламов [2, 3]; а также уровень организации и технологичность профилактического обслуживания (подбор смазочных материалов, чистка и «прокатка» долот, другие регламентные мероприятия) [4].

Указанные факторы достаточно широко исследованы и учитываются в практике конструирования и эксплуатации породоразрушающего инструмента. Вместе с тем в последнее время выявилась проблема так называемой шламовой подушки, суть которой заключается в накоплении выбуренного шлама в призабойной части буримой скважины, что снижает интенсивность разрушения породы и скорость проходки [5]. Особенно это характерно для шарошечного бурения по слабым породам с пропластками глины (типа вскрывных пород в карьере «Ташкура»).

В настоящее время все уже понимают, какими сложными являются процесс бурения и разрушение горных пород в забое скважины, и осознают, какую важную роль при этом играет конструктивная модель породоразрушающего инструмента по всем ее динамическим составляющим: буровым долотам, опорным узлам и механизации очистки забоя скважины от выбуренного шлама [6, 7].

До настоящего времени зависимость механической скорости проходки скважины от параметров режимов бурения выражается функцией:

$$V_M = f(P, n, Q),$$



Алгоритм (схема) теоретических, экспериментальных и опытно-промышленных исследований в целях создания эффективных противосальниковых устройств защиты рабочего инструмента буровых станков

где V_m — механическая скорость бурения, м/ч; P — осевая нагрузка на долото, тс; n — число оборотов в минуту, мин⁻¹; Q — количество промывочной жидкости, л/с.

Зависимость строилась при условии идеальной очистки забоя скважины. Считалось, что должное качество промывки всегда можно обеспечить путем увеличения количества промывочной жидкости. При этом в научных исследованиях в изучении динамики промывки скважины нужды не было, т. е. она не рассматривалась как элемент общей динамики проходки скважины. В противном случае это означало бы, что промывочную жидкость необходимо рассматривать как многофазную среду в контексте гидродинамических законов или искать пути учета влияния динамики промывки на процессы, происходящие на забое скважины, в том числе во взаимосвязи с процессом разрушения горной породы, т. е. во взаимосвязи с динамикой вооружения, являющейся функционально связанной в явной форме с конструктивными параметрами буровых долот [8]. А следовательно, и методология решения обратных оптимизационных задач должна была бы строиться на двух составляющих динамики буровых долот: на динамике вооружения и на динамике промывочной жидкости. Однако так вопрос не ставился и не решался, хотя гидродинамическим вопросам в процессе бурения в последнее десятилетие уделяется достаточно много внимания.

Восходящие потоки промывочной жидкости представляют собой многофазные среды. В общем случае такие среды очень разнообразны по структуре: жидкость + жидкость, жидкость + твер-

дые частицы, жидкость + твердые частицы + различные включения. Для нашего случая, естественно, наибольший интерес представляет многофазная среда жидкость + твердые частицы.

В многофазных средах жидкость + различные твердые и жидкие включения при воздействии силы гравитации восходящий поток происходит с осаждением, а также с разделением по фазе и фракционному составу. При таких течениях профиль скоростей и концентрация характеризуются асимметричным распределением по сечению трубы.

На основании характера распределения концентрации по сечению трубы наблюдаются следующие структуры течения смесей:

- раздельное: а) выше поверхности раздела течет одна смесь, ниже — другая, с различными физико-механическими параметрами; б) сверху течет однофазная среда, снизу смесь или наоборот, например сверху — вода, снизу — вода с твердыми частицами;
- кольцевое, при котором на границе твердой системы образуется менее вязкая или идеальная в ядре смесь.

Визуально наблюдаемые явления сами по себе представляют определенный интерес при изучении гидродинамической картины процесса промывки буримой скважины.

При анализе современного состояния вопросов, связанных с решением задач по оптимизации процесса промывки скважин, исследователи [9, 10] исходят в первую очередь в каждом конкретном случае от назначения буровых растворов, их природы и

состава [11]. Если говорить о назначении буровых растворов, то принято его считать в непрерывной очистке забоя скважины от шлама с созданием оптимальных условий для разрушения горной породы, охлаждения и смазки долота и колонны буровых труб.

С учетом сложности задач по оптимизации гидродинамического процесса очистки скважин от выбуренного шлама поиск путей их решения ведется как на фундаментальном, так и на прикладном уровне.

Наибольший эффект от решения таких задач ожидается при конструировании промывочных узлов одношарошечных долот.

Основной трудностью на сегодняшний день при промывке скважин является сальникообразование, что отрицательно влияет на показатели бурового процесса, особенно при бурении скважин в мягких глинистых породах. Поскольку планируемые конструктивные схемы новых промывочных узлов находятся в процессе экспериментальных исследований и патентования, то стоит заострить здесь внимание на динамику омываемых тяжелых частиц, которыми и являются шламодные частицы, составляющие материал образуемых сальников.

При подъеме и осмотре шарошечных долот было установлено, что межзубковое пространство плотно заполнено глинистым материалом в форме «наматывания сальников» вследствие, как полагают, адгезии («липкости») глины, что препятствовало процессу разрушения и резко снижало скорость проходки скважины. Более того, при бурении глубоких скважин «наматывание сальников» распространяется на наддолотную часть, прихватывая штангу, что чревато серьезной аварией.

Следует отметить также, что «наматывание сальников» имеет место не только при бурении по глинистым, но и по менее вязким породам. При этом увеличение скорости и расхода промывочной жидкости не решает проблему, как и перекрытие межвенцовых пространств венцами смежных шарошек для обеспечения вращательного эффекта: по мере износа режущего инструмента (зубьев) этот эффект быстро утрачивается [12].

Таким образом, в настоящее время сложилась парадоксальная ситуация: горная наука, машиностроители и практики на протяжении длительного периода создания, освоения и применения шарошечного бурения довольно полно и эффективно решили (и продолжают решать) проблемы бурения скважин по крепким скальным породам, в то время как буровзрывное разрушение малосвязанных и других, не столь распространенных горных пород, исследовали несистемно, спонтанно и, как представляется, недостаточно эффективно, особенно для массивов со значительной перемежаемостью и изменчивостью прочностных и других характеристик горных пород.

Выводы

Учитывая вышеизложенное, актуальной научно-технической задачей является ликвидация (или минимизация) сальникообразования («наматывания сальников») на рабочем инструменте станков шарошечного бурения на основе глубоких теоретических, экспериментальных и опытно-промышленных исследований. Алгоритм решения этой задачи представлен на **рисунке**.

Библиографический список

1. Liu Qingyou, Qin Hu. A New Slim-hole Drill Bit // The IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference and Exhibition, 13–15 November 2006, Bangkok, Thailand.
2. Тошов Ж. Б. Алгоритм процесса разработки буровых инструментов // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях : сб. науч. тр. V Междунар. науч.-практич. конф. — Курск, 2015. С. 294–297.
3. Сериков Д. Ю., Ясашин В. А., Панин Н. М. Совершенствование способов крепления промывочных узлов бурового инструмента // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2014. № 6. С. 6–11.
4. Ясашин В. А. Повышение эффективности породоразрушающего бурового инструмента конструкторско-технологическими методами // Труды Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина. — М., 2009. № 1. С. 67–78.
5. Стеглянов Б. Л. О закономерности затрат энергии динамических систем в среде сопротивления // Современные технологии и инновации горно-металлургической отрасли : материалы VI Междунар. науч.-технич. конф. — Навои, 2013. С. 188–189.
6. Тошов Ж. Б. Повышения эффективности бурения взрывных скважин на путях оптимизации трех составляющих динамики буровых долот // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 6. С. 281–287.
7. Тошов Ж. Б., Стеглянов Б. Л. Основные технико-технологические направления оптимизации динамики одношарошечных буровых долот // Горный журнал Казахстана. 2014. № 7. С. 24–28.
8. Mohammed Jaseem Al-Saeedi, Fayed Abdulrahman Al Fayed Drilling and Testing of KOC // Abu Dhabi International Petroleum Conference and Exhibition, 11–14 November 2012, Abu Dhabi, UAE. 2012
9. Zhucheng Yu, Weiguo Wang, Chaoming An. Comprehensive & Associated Drilling Technology for Ultra-deep Well Jida 4 // The IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference and Exhibition, 9–11 July, 2012, Tianjin, China.
10. Сериков Д. Ю., Сморгалов Д. В. Совершенствование центрального гидромониторного узла трехшарошечного бурового долота // Территория «Нефтегаз». 2014. № 12. С. 22–28.
11. Dina Kaniaa, Robiah Yunusa, Rozita Omara, Suraya Abdul Rashidb, Badrul Mohamad Janc. A review of biolubricants in drilling fluids: Recent research, performance and applications // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2015. Vol. 135. P. 177–184.
12. Гусман А. М. Управление очисткой забоя скважины при бурении шарошечными долотами // Бурения и нефть. 2005. № 2. С. 6–9. **РЖ**

«GORNYI ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2016, № 2, pp. 21–24
DOI: <http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.02.04>

Ways towards optimization of washout components of rock cutting tools

Information about author

Zh. B. Toshov¹, Dean, Assistant Professor, Candidate of Engineering Sciences

¹ Navoi State Mining University, Navoi, Uzbekistan

Abstract

Large Dzheroi-Sardara phosphorite deposit occupies vast intermountain area in the Central Kyzylkum and is developed using open pit mining method (Tashkura open pit mine, Central Mine Management, Navoi Mining and Metallurgical Company). The deposit is composed of phosphorite beds I and II mined with cutter-loaders. Overburden strata are sand clay, gravelite, clay and thin phosphatized clayey marl layer and are subjected to drilling-and-blasting together with marl parting. Clayey beds have nonuniform thickness and may be 25 m thick. The nonuniformity of the overburden in type, material constitution, hardness and other characteristics requires optimized mode of hole drilling and sustained performance of rock cutting tool.

The prime influence on the efficiency and endurance of rock cutting tool during hole drilling belongs to: dynamic (impact and vibration) forces conditioned by both design of the tool and improper accommodation of drilling mode to changed properties of rocks; insufficient sealing of basic parts of bits against washwater and drilling mud; level and technological efficiency of maintenance service (selection of lubricants, cleaning and trial of bits, other scheduled operations). The author points at low performance of conventional methods of washout and removal of drilling mud and other preventive treatment under conditions of alternation of different type rocks and flimsy knowledge on packing, which is highly adverse for drilling quality, especially in weak clayey rocks.

The article studies ways towards improvement of rock cutting tool in the specific conditions of blasthole drilling in overburden in Tashkura open pit mine. The algorithm (scheme) of theoretical research and laboratory and full-scale testing aimed at engineering, manufacture and use of efficient anti-packing assemblies to protect roller drill bits is proposed.

Keywords: Phosphorite deposit, beds, roller-bit blasthole drilling, rock cutting tool, packing, anti-packing assembly for drill bit protection.

References

1. Liu Qingyou, Qin Hu. A New Slim-hole Drill Bit. The IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference and Exhibition, 13–15 November 2006, Bangkok, Thailand.
2. Toshov Zh. B. Algoritm protsessa razrabotki burovyykh instrumentov (Algorithm of the process of design of drilling instruments). *Innovatsii, kachestvo i servis v tekhnike i tekhnologiyakh: sbornik nauchnykh trudov V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (Innovations, quality and service in technics and technologies : collection of scientific proceedings of the V International scientific-practical conference). Kursk, 2015. pp. 294–297.
3. Serikov D. Yu., Yasashin V. A., Panin N. M. Sovershenstvovanie sposobov krepleniya promyvochnykh uzlov burilnogo instrumenta (Improvement of methods of support of washing units of drilling instrument). *Stroitelstvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more = Construction of Oil and Gas Wells on-Land and off-Shore*. 2014. No. 6. pp. 6–11.
4. Yasashin V. A. Povyshenie effektivnosti porodorazrushayushchego burovogo instrumenta konstruktorsko-tekhnologicheskimi metodami (Improvement of efficiency of rock-failure drilling instrument by design-technological methods). *Trudy Rossiyskogo gosudarstvennogo universiteta nefti i gaza imeni I. M. Gubkina = Proceedings of Gubkin Russian State University of Oil and Gas*. 2009. No. 1. pp. 67–78.
5. Steklyanov B. L. O zakonmernosti zatrat energii dinamicheskikh sistem v srede soprotivleniya (About the regularities of dynamic system energy consumption in resistance medium). *Sovremennyye tekhnologii i innovatsii gorno-metallurgicheskoy otrasli: materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* (Modern technologies and innovations of mining-metallurgical branch : materials of the VI International scientific-technical conference). Navoi, 2013. pp. 188–189.
6. Toshov Zh. B. Povysheniya effektivnosti bureniya vzryvnykh skvazhin na putyakh optimizatsii trekh sostavlyayushchikh dinamiki burovyykh dolot (Increasing of efficiency of blasting hole drilling on the ways of optimization of three contents of drilling bit dynamics). *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten = Mining Informational-Analytical Bulletin*. 2014. No. 6. pp. 281–287.
7. Toshov Zh. B., Steklyanov B. L. Osnovnyye tekhniko-tekhnologicheskie napravleniya optimizatsii dinamiki odnosharoshechnyykh burovyykh dolot (Basic technical and technological ways of optimization of one-roller drilling bit dynamics). *Gornyy Zhurnal Kazakhstana = Mining Journal of Kazakhstan*. 2014. No. 7. pp. 24–28.
8. Mohammed Jaseem Al-Saeedi, Fayed Abdulrahman Al Fayed Drilling and Testing of KOC. Abu Dhabi International Petroleum Conference and Exhibition, 11–14 November 2012. Abu Dhabi, UAE, 2012
9. Zhucheng Yu, Weiguo Wang, Chaoming An. Comprehensive & Associated Drilling Technology for Ultra-deep Well Jida 4. The IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference and Exhibition, 9–11 July, 2012. Tianjin, China.
10. Serikov D. Yu., Smorkalov D. V. Sovershenstvovanie tsentralnogo gidromonitornogo uzla trekhsharoshechnogo burovogo dolota (Improvement of central hydromonitoring unit of three-roller drilling bits). *Territoriya «Neftegaz» = Oil and Gas Territory*. 2014. No. 12. pp. 22–28.
11. Dina Kaniaa, Robiah Yunusa, Rozita Omara, Suraya Abdul Rashidb, Badrul Mohamad Janc. A review of biolubricants in drilling fluids: Recent research, performance, and applications. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2015. Vol. 135. pp. 177–184.
12. Gusman A. M. Upravlenie ochkistkoy zaboya skvazhiny pri burenii sharoshechnymi dolotami (Management of well cut purification during roller bit drilling). *Burenie i neft = Drilling & Oil Magazine*. 2005. No. 2. pp. 6–9.

