

УДК 681.518.54

ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ БУРОВЫХ СТАНКОВ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

Клишин Владимир Иванович^{1,2},

член-корр. РАН, директор Института, зав. кафедрой , e-mail: klishinvi@icc.kemsc.ru

Герике Борис Людвигович^{1,2},

д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, e-mail: gbl_42@mail.ru

Герике Павел Борисович¹,

канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник, e-mail: am_besten@mail.ru

¹Институт угля СО РАН, 650065, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10

²Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы профилактического обслуживания дизель-гидравлических буровых станков на основе диагностического обследования их технического состояния. Предложено проводить мониторинг технического состояния по параметрам механических колебаний основных агрегатов буровых станков (дизеля, компрессора и вращателя). Приведены результаты промышленной апробации разработанной методики оценки и прогнозирования технического состояния дизель-гидравлического бурового станка DML-1200.

Ключевые слова: буровой станок, дизель-гидравлический привод, техническое состояние, диагностика, вибрация, профилактическое обслуживание.

Развитие горнотранспортного оборудования, применяемого на разрезах ОАО УК «Кузбассразрезуголь», вступило в новую фазу, отличительными признаками которой являются:

- интенсивный рост единичной мощности и стоимости машин, их габаритов и массы;
- изменение условий эксплуатации с увеличением глубины разработки, масштабов и концентрации производства;
- повышение требований к уровню организации и управления буровзрывным и погрузочно-транспортным процессом на разрезах.

Переход на использование высокопроизводи-

тельных буровых станков с большим диаметром бурения взрывных скважин (до 269...320 мм) был обусловлен применением на разрезах УК «Кузбассразрезуголь» экскаваторов с емкостью ковшей от 15 до 40 м³. Кроме того, при обмерзании в зимний период скважины большого диаметра остаются пригодными для заряжания в течение 3...7 дней.

Наиболее широко используемые на разрезах Кузбасса буровые станки ЗСБШ-200-60 (рис. 1) применяются как при бурении вскрышных пород, так и для бурения верхних пачек углей. Относительно небольшие размеры бурового станка позволяют использовать его при бурении скважин на ограниченных площадках.

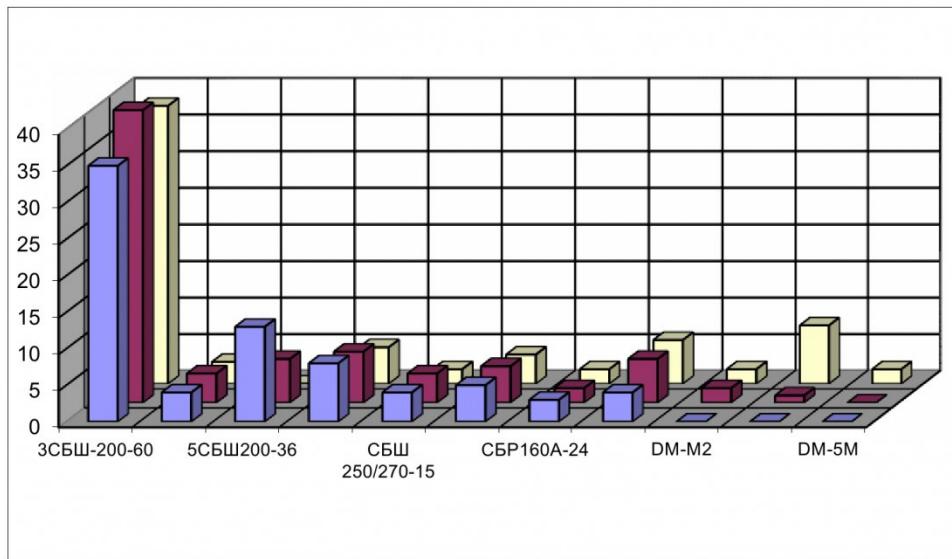


Рис. 1. Списочный парк буровых станков на разрезах ОАО УК Кузбассразрезуголь

Летом 2005 года началось перевооружение бурового парка разрезов ОАО УК «Кузбассразрезуголь», стали внедряться в производство гидравлические буровые станки фирмы «Ingersoll-rand», количество которых к концу 2013 г. составило около 1/3 части всего парка.

Выпускаемые в настоящее время в России тяжелые станки вращательного бурения ЗСБШ-200-60, 6СБШ-200-32, ЗСБШ-200/250-55, СБШ-250-МНА-32, СБШ-190/250-60 и СБШ-160/200-40 не выдерживают конкуренции с зарубежной техникой по показателям надежность. Если сравнивать другие параметры – производительность, экономичность, условия работы и обслуживание, – то и здесь пре-восходство импортных машин тоже налицо. Выпускаемые опытные образцы отечественных дизель-гидравлических буровых станков не удалось превратить в востребованную технику, так как они являются лишь несколько улучшенным вариантом серийных машин.

Анализ использования фонда рабочего времени буровых станков за период показал, что коэффициент использования парка буровых станков составлял 0,57...0,65. Около трети общего времени простоев буровых станков связано с восстановлением их работоспособного состояния, причем на долю плановых ремонтов приходится около 82% затрат времени, а на долю аварийных простоев – около 18% (рис. 2).

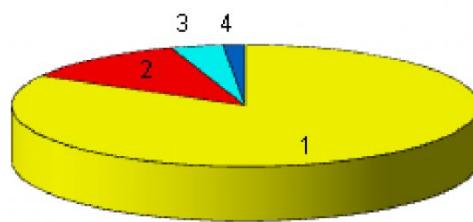


Рис. 2 Структура затрат времени на восстановление работоспособности буровых станков
1 – планово-предупредительные ремонты; 2 – аварийные простои из-за отказов механической части; 3 – аварийные простои из-за отказов электрической части; 4 – аварийные простои из-за отказов систем управления.

На разрезах ОАО УК «Кузбассразрезуголь» основные объемы буровых работ, выполняемые дизель-гидравлическими станками, производятся по породам с различными показателями буримости, относящимся к III и IV классам пород.

Статистическая обработка результатов хронометражных наблюдений за работой гидравлических буровых станков DML-1200 в различных горнотехнических условиях эксплуатации позволили получить зависимость коэффициента технической готовности K от показателя буримости породы Π_b (рис. 3).

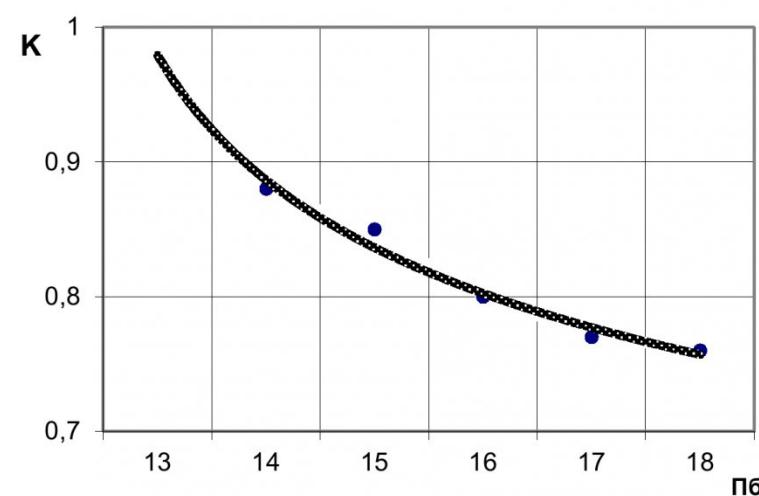


Рис. 3. Зависимость коэффициента технической готовности K от буримости горной породы Π_b

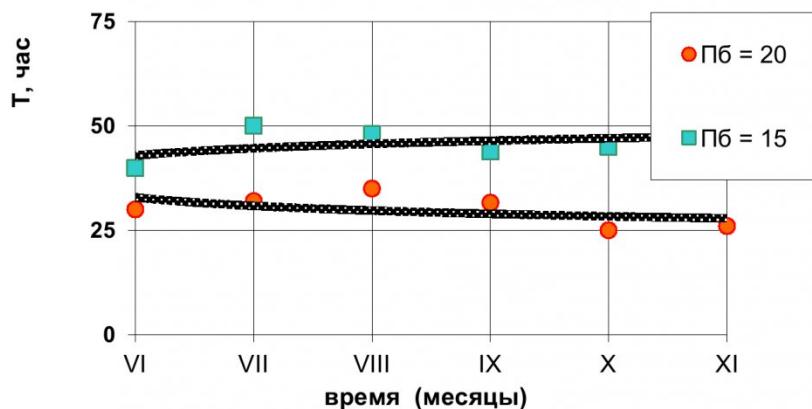


Рис. 4. Изменение наработки на отказ буровых станков от категории буримости породы

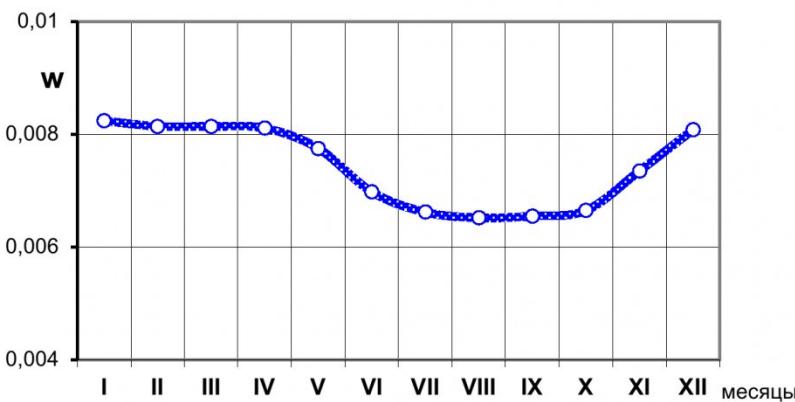


Рис. 5. Изменение параметра потока отказов по месяцам года

Как следует из анализа полученных результатов, величина наработки на отказ практически не коррелирована с временным периодом эксплуатации, а зависит только от показателя буримости породы Π_b (рис. 4).

В зимний период времени резко увеличивается аварийность горной техники. Параметр потока отказов буровых станков в зимние месяцы по сравнению с летними возрастает в 1,3...1,5 раза, что приводит к увеличению продолжительности простоев и снижению технической производительности (рис. 5).

Влияние срока эксплуатации на производительность и показатели надежности буровых станков представлено графиками, приведенными на рис. 6. Приведенные результаты свидетельствуют, что с увеличением срока службы буровых станков снижается их годовая производительность.

При анализе было отмечено, что для дизель-гидравлических буровых станков коэффициент технического использования $K_{ти}$ на протяжении рассматриваемого периода практически не зависит от возраста оборудования, что объясняется фирменным сервисным обслуживанием на протяжении пяти лет. В то же время для отечественных буровых станков СБШ-320 характерна тенденция к общему снижению коэффициента технического использования $K_{ти}$ к концу ремонтного цикла, но при условии его обязательного последующего восстановления.

Существующая система эксплуатации гидравлических буровых станков не обеспечивает требуе-

мых показателей надежности, что свидетельствует о необходимости изменения системы технического обслуживания и ремонта.

Высокая эффективность замены системы планово-предупредительных ремонтов на систему обслуживания технологического оборудования по фактическому состоянию базируется не только на сокращении сроков и затрат на техническое обслуживание, но и на исключении необоснованных ремонтов, что приводит, в конечном счете, к повышению надежности машинных агрегатов. Оценка же фактического технического состояния узлов и агрегатов оборудования приводов горных машин может опираться только на результаты функциональной диагностики, проводимой в рабочих условиях на различных эксплуатационных режимах [1]. Для этого могут быть использованы различные методы технической диагностики и неразрушающего контроля, которые представляют собой информационно-измерительный базис системы мониторинга, оценки и прогноза технического состояния машин и оборудования.

Анализ отечественного и зарубежного опыта контроля технического состояния систем с вращательным движением силовых узлов показывает, что для обнаружения возможных отказов наиболее эффективен (до 77%) контроль состояния оборудования именно по вибрационным параметрам.

Причем при системе плановых ремонтов, существующей в настоящее время на разрезах Кузбасса,

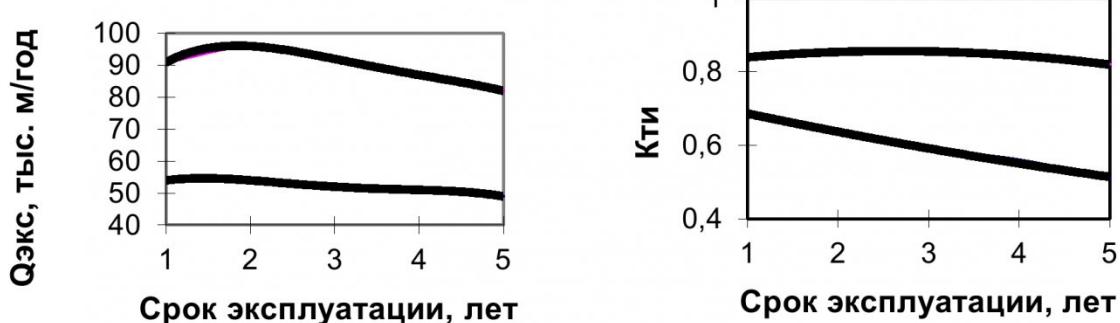


Рис. 6. Влияние срока эксплуатации на производительность и техническое использование буровых станков (верхний график – DML-1200, нижний график – СБШ-320)



Рис. 7. Объект диагностирования – дизель-гидравлический буровой станок DML-1200

гораздо важнее построить прогноз, дающий ответ на основной вопрос эксплуатации: проработает ли объект диагностики до ближайшего планового ремонта или до следующего момента диагностики.

В результате пятилетнего наблюдения за работой 4 дизель-гидравлических буровых станков (рис. 7) были разработаны спектральные опорные маски вибрации опор вращателя станков типа DML-1200 [2] (рис. 8), построенные на основе обработки статистического материала с различной доверительной вероятностью (85%-й для уровня предупреждение и 95%-й для уровня тревога).

На рис. 9 приведены результаты диагностиче-

ского обследования вращателя бурового станка DML-1200 на последней стадии эксплуатации, перед остановкой в ремонт. Как следует из приведенных результатов, техническое состояние гидравлического вращателя к концу календарного года стало недопустимым [3], что требует проведения ремонта.

На рис. 10, 11 приведены измерительная схема контрольных точек на дизельном двигателе Caterpillar 3406C, установленном на буровом станке DML-1200 и результаты диагностирования его технического состояния.

Основные научные и практические результаты заключаются в следующем:

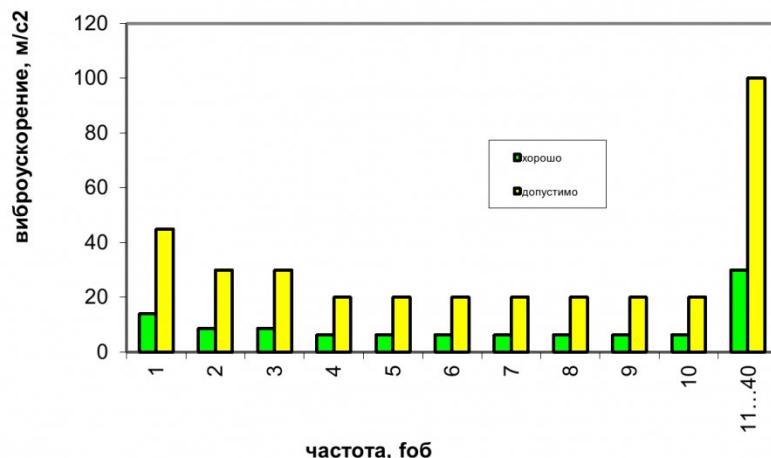


Рис. 8. Пример гармонического состава вибрации однотипной группы вращателей гидравлических буровых станков DML-1200



Рис. 9. Изменение технического состояния гидравлического вращателя бурового станка DML-1200 на последней стадии эксплуатации перед остановкой в ремонт

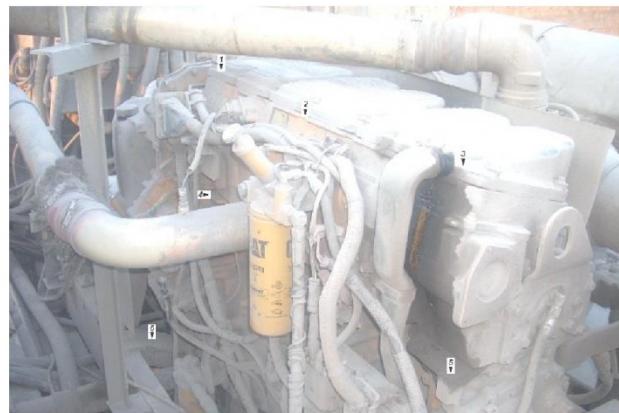


Рис. 10. Схема проведения замеров параметров вибрации на дизельном двигателе Caterpillar 3406C

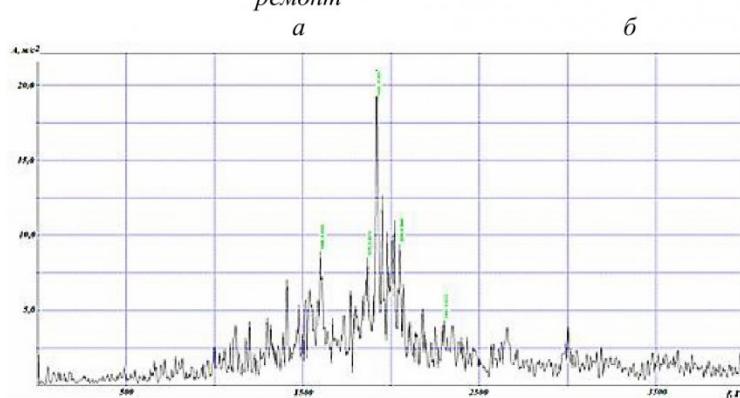


Рис. 11. Признак развитого дефекта подшипника коленчатого вала (а) типа «износ беговой дорожки схватыванием 2 рода» (б)

1. Предельные состояния узлов и агрегатов буровых станков предложено оценивать по спектральным опорным маскам, построенным по результатам 4-х летних наблюдений за работой 5 дизель-гидравлических буровых станков, которые содержат в себе низкие частоты, находящиеся в области 2...20 Гц, средние частоты 20-100 Гц, а также высокочастотные составляющие в диапазоне 2...8 кГц. По результатам статистической обработки экспериментального материала построены два типа спектральных опорных масок – предупреждение (с 85%-й доверительной вероятностью) и трево-

га (с 95%-й доверительной вероятностью).

2. Обоснован мониторинг технического состояния буровых станков, позволяющий определить и прогнозировать величину остаточного ресурса для различных видов их технического обслуживания – существующей системы ППР и предлагаемой системы профилактического обслуживания. Рекомендации по осуществлению вибромониторинга буровых станков и по совершенствованию на этой основе системы технического обслуживания и ремонта приняты к внедрению на ОАО «Разрез Сартаки» УК «Кузбассразрезуголь».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные (приёмочные) испытания нового ГШО – гарантия его эффективной и безопасной эксплуатации./ Р.П. Журавлёв, В.И. Демидов, С.В. Лобков, Б.Л. Герике, И.Д. Богомолов, Н.М. Скорняков. Рациональное освоение недр. №3, 2011. – С. 51 – 56.
2. Герике Б. Л., Герике П. Б. Методология построения спектральных масок для динамического оборудования горных машин. // Вестник КузГТУ. № 4, 2014. – С. 20 – 22.
3. Герике Б. Л., Герике П. Б., Ещеркин П. В. Математическая модель оценки фактического состояния бурового станка. Уголь, №2. – 2010. – С. 45-46.

UDC 681.518.54

**PREVENTIVE MAINTENANCE OF DRILLING RIGS:
ADVANTAGES AND PROSPECTS**

Klishin Vladimir I.^{1,2},

Corresponding member of the RAS, Director Institute. E-mail: klishinbi@icc.kemsc.ru

Gericke Boris L.^{1,2}.

Dr. Sc. in Engineering, Professor, Chief researcher, e-mail: gbl_42@mail.ru

Gericke Paul B.¹,

C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Senior researcher, e-mail: am_besten@mail.ru

¹ Institute of Coal SB RAS. Leningradskiy av., 10, Kemerovo, 650065.

²T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Abstract. In the article questions of preventive maintenance of diesel-hydraulic drilling rigs on the basis of the diagnostic survey their technical condition. Suggested that monitoring of technical condition on the parameters of mechanical vibrations of the major aggregates rigs (diesel engine, compressor and rotary). Shows the results of industrial testing of the developed technique for assessing and forecasting the technical state of diesel-hydraulic drilling rig DML-1200.

Keywords: drilling rigs, diesel-hydraulic drive, technical condition, diagnostics, vibration, preventative maintenance.

REFERENCES

1. Jeksploatacionnye (prijomochnye) ispytanija novogo GShO – garantija ego effektivnoj i bezopasnoj jeksploatacii./ R.P. Zhuravljov, V.I. Demidov, S.V. Lobkov, B.L. Gerike, I.D. Bogomolov, N.M. Skornjakov. Racional'noe osvoenie nedr. №3, 2011. – S. 51 – 56.
2. Gerike, B. L., Gerike P. B. Metodologija postroenija spektral'nyh masok dlja dinamicheskogo oborudovaniya gornyh mashin. Vestnik KuzGTU. № 4, 2014. – S. 20 – 22.
3. Gerike B. L., Gerike P. B., Eshherkin P. V. Matematicheskaja model' ocenki fakticheskogo sostoja-nija burovogo stanka. Ugol', №2. – 2010. – S. 45-46.

Received: 20.08.2015