

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

TECHNOLOGICAL BASES OF IMPROVING THE RELIABILITY AND QUALITY OF PRODUCTS

УДК 656.13.072: 621.039

DOI 10.21685/2307-4205-2018-3-4

В. А. Острейковский, П. В. Антонюк, А. В. Антонюк

АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ МОБИЛЬНЫХ БУРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ¹

V. A. Ostreykovskiy, P. V. Antonyuk, A. V. Antonyuk

ANALYSIS OF THE PERFORMANCE AND RELIABILITY OF MOBILE DRILLING SYSTEMS BASED ON STATISTICAL DATA DURING OPERATION IN WESTERN SIBERIA

Аннотация. *Актуальность.* В практике основных нефтедобывающих компаний для поддержания рентабельности необходим ежегодный капитальный ремонт более чем трети и текущий ремонт более половины скважин. Собраны и обработаны статистические данные об отказах и простоях мобильных буровых комплексов в процессе выполнения технологических операций по текущему и капитальному ремонту нефтяных скважин на месторождениях Западной Сибири. Выявлены основные причины отказов МБК КВ-210 и важнейшие источники потери времени в простоях данных мобильных установок. Среди отказов элементов МБК наибольшее влияние на показатели безопасности оказывают поломки деталей мачты. В этом случае на подъем из скважины буровых колонн затрачивается продолжительное время. Основными причинами отказов мачт являются: затаскивание талевого блока под кронблок; перегрузка мачты; ослабление прочности конструкции мачты из-за коррозии; смещение кронблока по отношению к кронблочной балке, в результате чего нагрузка передается на одну сторону мачты и происходит излом мачты;

Abstract. In the practice of major oil companies, in order to maintain profitability, an annual overhaul of more than a third is needed and more than half of the wells are being serviced. The statistical data on the failures and idle times of mobile drilling complexes were collected and processed in the process of performing technological operations for the current and major repairs of oil wells in the fields of Western Siberia. The main causes of MBK KV-210 failures and the most important sources of time lost in the idle time of these mobile units have been identified. Among the failures of the IBC elements, the failure of the mast parts has the greatest impact on safety performance. In this case, a long time is expended from the drill string for lifting. The main reasons for the failure of the masts are: dragging the tackle block under the crown block; overloading mast; weakening the strength of the mast structure due to corrosion; displacement of the crown block in relation to the crown block, as a result of which the load is transferred to one side of the mast and the mast breaks; subsidence of foundations due to prolonged action of water and washing liquid; accidents due to failures of drill winches, power drives and other equipment; rup-

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 17-01-00244).

проседание фундаментов из-за длительного действия воды и промывочной жидкости; аварии из-за отказов буровых лебедок, силовых приводов и другого оборудования; разрыв рукавов высокого давления гидросистемы. Помимо отказов, оценена информация по простоям. Выявлены слабые места в системе обслуживания технического комплекса и причины большой продолжительности восстановления. *Методы.* Анализ статистических данных по наработкам оборудования проводился с помощью программного обеспечения STATISTICA 6.0. Работоспособность узлов и механизмов рассматривалась как отдельно по узлам и механизмам, так и по комплексам в целом. *Результаты и выводы.* Результаты статистической обработки приведенных данных об отказах мобильного комплекса и его элементов показывают, что качественное распределение отказов не противоречит закону распределения Вейбулла, что согласуется с результатами, полученными в более ранних публикациях. В ходе статистического анализа данных по отказам и простоям выявлены вид закона распределения и его параметры. Полученные результаты могут служить основой для совершенствования процедур обслуживания мобильных буровых комплексов и процесса рационального планирования поставки и расходования запасных частей, инструментов и принадлежностей.

Ключевые слова: надежность, мобильный буровой комплекс, эксплуатация.

ture of high pressure hoses of the hydraulic system. In addition to failures, information on downtime was assessed. Weaknesses in the maintenance system of the technical complex and the reasons for the long recovery period are revealed. The analysis of the statistical data on the operating time of the equipment was carried out with the help of STATISTICA 6.0 software. The efficiency of nodes and mechanisms was considered as separate for nodes and mechanisms, and for complexes in general. The results of statistical processing of the given data on the failures of the mobile complex and its elements show that the qualitative distribution of failures does not contradict the Weibull distribution law, which agrees with the results obtained in earlier publications. As a result of statistical analysis of data on failures and idle times, the form of the distribution law and its parameters were revealed. The results obtained can serve as a basis for improving the procedures for servicing mobile drilling complexes and the process of rational planning of the supply and consumption of spare parts, tools and supplies.

Key words: reliability, mobile drilling complex, operation.

Введение

В настоящее время в Ханты-Мансийском автономном округе Югры, где добывается более половины от всей нефти России, простаивает около 26 000 скважин. Ежегодно более 68 % нефтяных скважин требуют текущего и капитального ремонта, 26 % – профилактического осмотра. Только по ОАО «Сургутнефтегаз» для восстановления рентабельности ежегодно проводится капитальный ремонт более трети и текущий ремонт более половины скважин.

Современная техника, применяемая для ремонта нефтяных и газовых скважин, характеризуется значительным многообразием конструкций машин и агрегатов, обусловленным чрезвычайно широким диапазоном технологических функций, сочетающихся к тому же разнообразием типоразмеров и модификаций.

Кроме того, значительные отличия имеют условия эксплуатации: производственно-технологические особенности, воздействие факторов неблагоприятных условий внешней среды, высокий уровень и нестационарность действующих нагрузок и, как следствие, зачастую недостаточный уровень функциональной надежности, это связано со значительным объемом ремонтно-восстановительных работ, с частой заменой отработавших свой ресурс узлов и агрегатов. А это требует в свою очередь повышения технического уровня и надежности применяемого нефтепромыслового оборудования, повышения его технико-экономических и эксплуатационных показателей в климатических условиях Западной Сибири.

Одним из основных направлений является повышение эффективности и безопасности при поэтапном совершенствовании конструкций путем устранения основных их недостатков, приводящих к преждевременным отказам и значительным затратам времени на восстановление.

Применение мобильных буровых комплексов

При эксплуатации нефтяных скважин с целью устранения различных нарушений и отказов оборудования выполняется текущий или капитальный ремонт скважин [1, 2].

Для выполнения операций по текущему и капитальному ремонту скважин применяют мобильные буровые комплексы (далее МБК), состоящие из следующих основных групп оборудования:

1. оборудование для спускоподъемных операций. В состав этого комплекса входят силовые приводы, вспомогательные приводы подъема, трансмиссии, буровая лебедка, мачта, узлы талевого системы, гидродинамический тормоз, механизм (автомат) подачи долота, устройства для механизации спускоподъемных операций;

2. механизмы гидравлической системы, предназначенные для нагнетания под высоким давлением промывочной жидкости в зону работы ремонтного инструмента с целью очистки скважины от выбуренной породы. В этот комплекс входят: поршневые буровые насосы высокого давления, манифолды нагнетательной и всасывающей линии, вертлюг, оборудование для приготовления, приемки и очистки (регенерации) бурового раствора;

3. механизмы, обеспечивающие вращение буровой колонны, включающие ротор с приводом индивидуальным или от общего энергоблока и трансмиссии, также применяют систему верхнего привода включающую сам верхний привод с приводом индивидуальным или от общего энергоблока и трансмиссии;

4. оборудование и механизмы, предназначенные для выполнения дополнительных функций, не связанных непосредственно с технологическим процессом ремонта скважин, монтажно-транспортная база или сборно-разборные основания, грузоподъемные средства для механизации вспомогательных и ремонтных работ [3, 4].

Конструктивно-технологические особенности МБК определяются условиями текущего и капитального ремонта скважин.

Характерными неблагоприятными условиями эксплуатации МБК являются:

- специфичность технологических функций, связанная с текущим и капитальным ремонтом скважин, подъемом жидкости из скважин, обработкой призабойной зоны;
- удаленность от эксплуатационных и ремонтных баз, сложные условия транспортирования оборудования;
- высокий уровень воспринимаемых нагрузок и нестационарность режимов нагружения;
- абразивность и коррозионность среды;
- большие колебания температуры.

Специфической особенностью МБК является монтаж машин и агрегатов на месте проведения работ.

Характерные отказы МБК

Среди отказов элементов МБК наибольшую опасность представляют поломки деталей мачты. В этом случае на подъем из скважины буровых колонн затрачивается продолжительное время.

Основными причинами отказов мачт являются:

- затаскивание талевого блока под кронблок;
- перегрузка мачты;
- ослабление прочности конструкции мачты из-за коррозии;
- смещение кронблока по отношению к кронблочной балке, в результате чего нагрузка передается на одну сторону мачты и происходит излом мачты;
- проседание фундаментов из-за длительного действия воды и промывочной жидкости;
- аварии из-за отказов буровых лебедок, силовых приводов и другого оборудования;
- разрыв рукавов высокого давления гидросистемы.

Структурная схема надежности одного из самых массовых в ОАО «Сургутнефтегаз» МБК KB-210 показана на рис. 1.

Статистические данные

Для сбора, обработки и хранения информации в ОАО «Сургутнефтегаз» используется информационная система **SAP R/3**.

Статистические данные по отказам узлов и механизмов 25 МБК KB-210 за период эксплуатации с 2012 г. по 2017 г. на месторождениях Западной Сибири приведены на рис. 2.

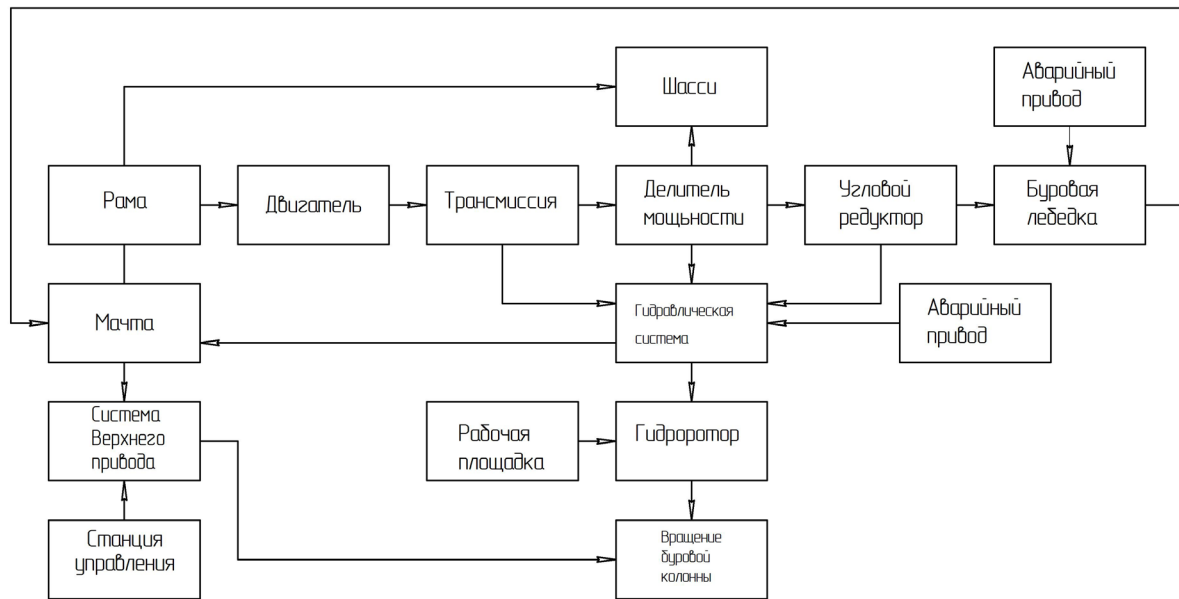


Рис. 1. Структурная схема надежности МБК КВ-210

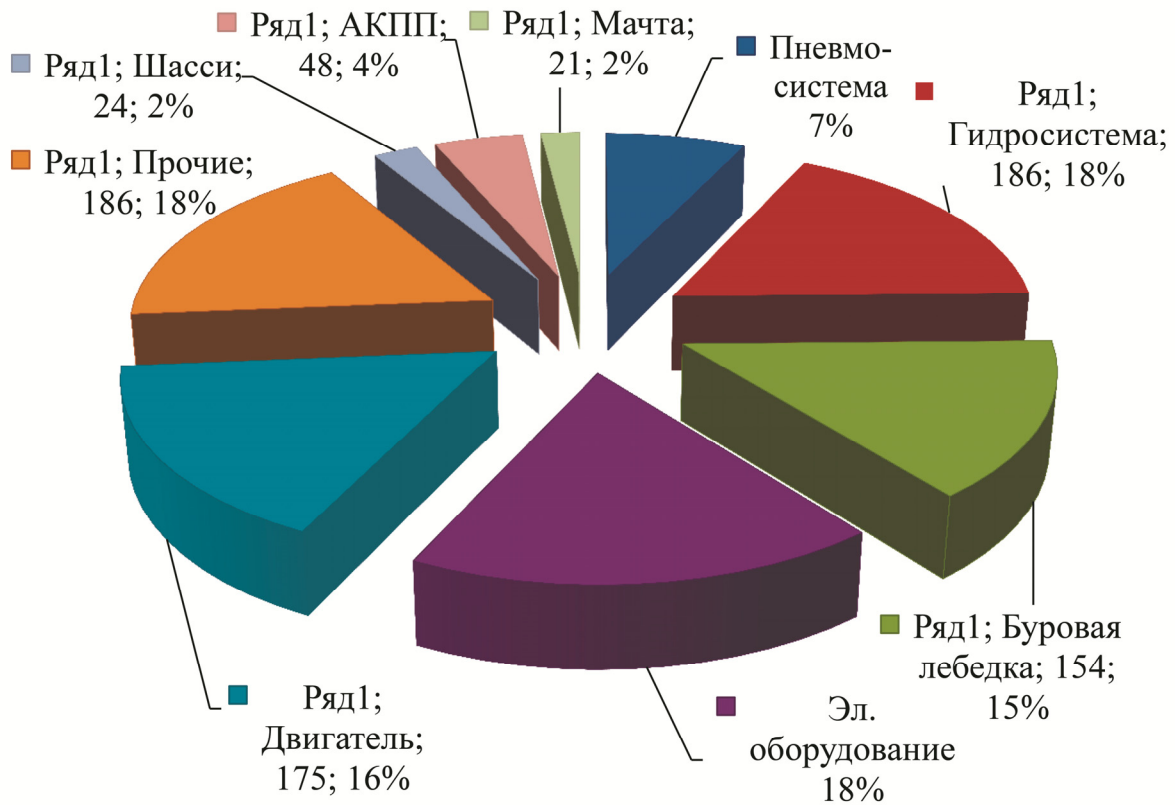


Рис. 2. Количество отказов подсистем МБК КВ-210

Обработка статистических данных по отказам МБК КВ-210 показала, что наименьшее количество отказов наблюдается в элементах шасси – около 2 % отказов. Такой процент отказов объясняется тем, что шасси эксплуатируется от 2 до 5 % от всего времени эксплуатации. Также наименьшее количество отказов наблюдается в элементах мачты, АКПП Allison и пневмосистемы.

Наибольшее количество отказов наблюдается в элементах двигателя «Detroit Diesel» серии 60 V8 около 16 %. Это объясняется тем, что он находится постоянно в работе в процессе эксплуатации, так как приводит в работу основные узлы и агрегаты. Также большое количество отказов наблюдается в элементах гидросистемы, пневмосистемы, буровой лебедки и электрооборудования.

Помимо отказов, накапливалась информация по простоям МБК КВ-210, представленная в табл. 1. Самое большое время тратится на восстановление элементов буровой лебедки около 910 ч в год, АКПП Allison – около 780 ч в год, двигателя «Detroit Diesel» серии 60 V8 – около 570 ч.

Таблица 1

Простои МБК КВ-210

Причина простоя	Время простоя 2014 г., ч	Время простоя 2015 г., ч	Время простоя 2016 г., ч
1. Буровая лебедка	926	908	897
2. АКПП Allison	798	566	975
3. Detroit Diesel» серии 60 V8	636	548	534
4. Система верхнего привода	628	580	691
5. Гидравлическая система	368	304	355
6. Организационные причины МБК	558	202	136
7. Организационные причины системы верхнего привода	–	771	468
8. Электрооборудование	92	134	45
9. Прочие	176	127	184
10. Талевая система	81	104	24
11. Пневмосистема	103,5	73	69
12. Шасси	15	5	2
13. Суммарное время	4381,5	4322	4380

Большая продолжительность восстановления по данным причинам обусловлена сложным технологическим процессом замены неисправных деталей на МБК КВ-210 и территориальным положением МБК КВ-210 относительно ремонтных баз, средний пробег машин с ремонтными бригадами до МБК КВ-210 составляет около 300 км (при средней скорости 60 км/ч ремонтная бригада доберется только через 5 ч).

Своевременное определение причин отказов, наличие запасных частей, наличие транспорта, людей, погодные условия, состояние дорожного полотна – все эти факторы оказывают значительное влияние на время восстановления МБК КВ-210 в работоспособное состояние.

Анализ статистических данных

Анализ статистических данных по наработкам оборудования МБК КВ-210 проводился с помощью программного обеспечения STATISTICA 6.0. Работоспособность узлов и механизмов рассматривалась как отдельно по узлам и механизмам, так и по комплексам в целом.

В работах [5–10] было установлено, что наиболее часто распределение наработок на отказ сочетается с законом распределения Вейбулла. Этот закон [11] чаще всего используют для описания надежности и долговечности различных элементов сложных систем (рис. 3–6). Этот закон проявляется в модели так называемого «слабого звена». Так как МБК состоит из независимых друг от друга узлов и агрегатов, отказ каждого из которых приводит к отказу всего МБК, то в такой модели определяется распределение длительности достижения предельного состояния системы как распределение соответствующих наименьших значений отдельных узлов и агрегатов.

Результаты обработки информации о надежности МБК КВ-210 приведены в табл. 2. Из анализа полученных результатов можно сделать вывод, что наиболее надежным из сравниваемых комплексов является МБК КВ-210 (4403 ТА 86), средняя наработка на отказ которого составляет $36,5 \cdot 10^3$ ч. И наименее надежным из сравниваемых является МБК КВ-210 (7977 ТВ 86), средняя наработка на отказ составляет $21 \cdot 10^3$ ч.

Результаты обработки информации о надежности элементов МБК КВ-210 приведены в табл. 3. Из анализа полученных результатов можно сделать вывод, что наиболее надежным из сравниваемых элементов является гидравлический насос, средняя наработка на отказ которого составляет $13 \cdot 10^3$ ч, а наименее надежным – диафрагмы, средняя наработка на отказ составляет $7,9 \cdot 10^3$ ч. Низкая средняя наработка на отказ диафрагмы, по-видимому, объясняются тем, что она, во-первых, работает практически все время при выполнении работ по ремонту нефтяных скважин, а во-вторых, присутствует низкое качество составных деталей.

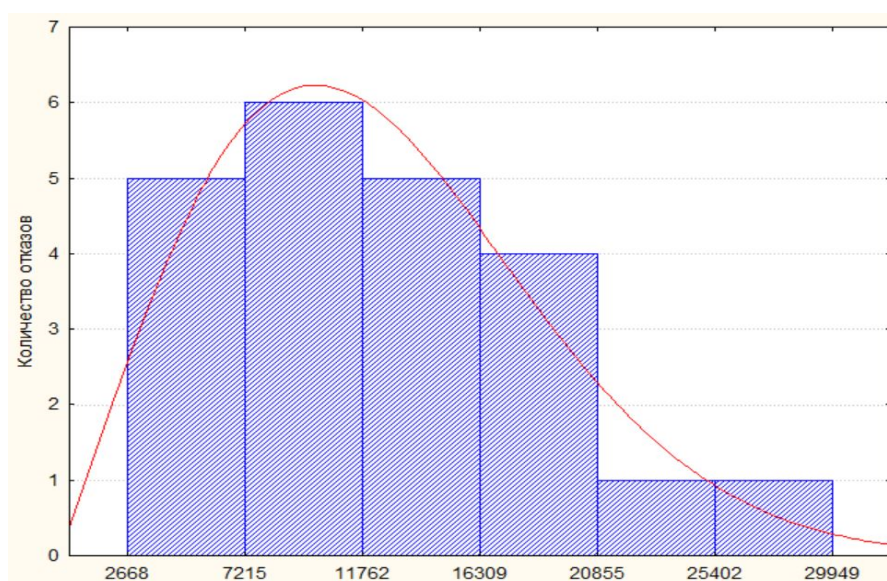


Рис. 3. Гистограмма наработок на отказ клапана Rexroth

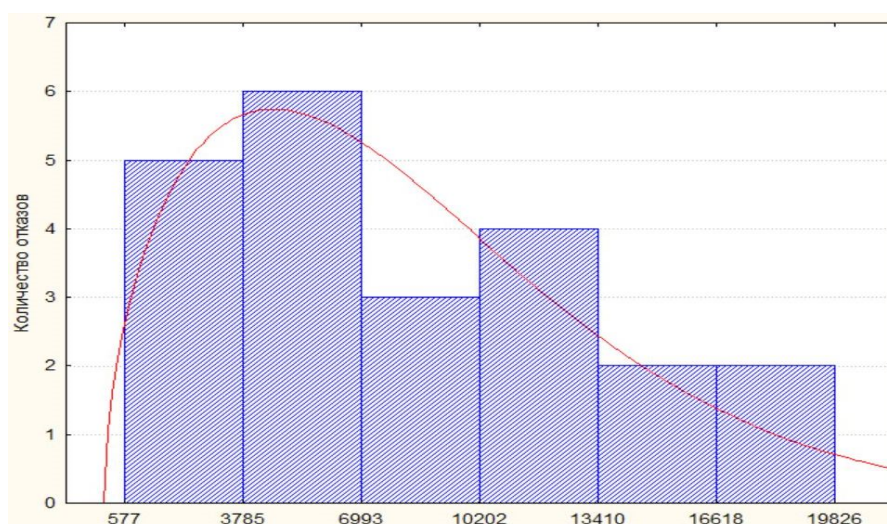


Рис. 4. Гистограмма наработок на отказ гидравлического насоса

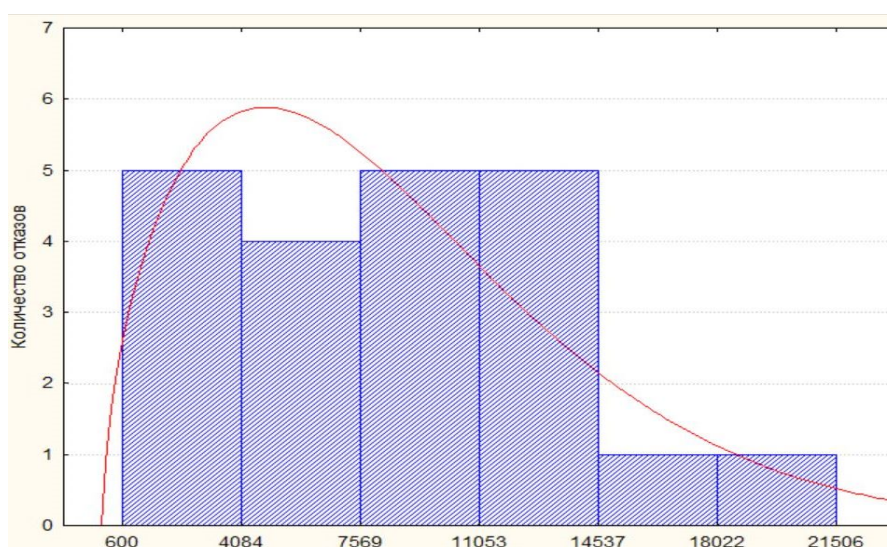


Рис. 5. Гистограмма наработок на отказ диафрагмы

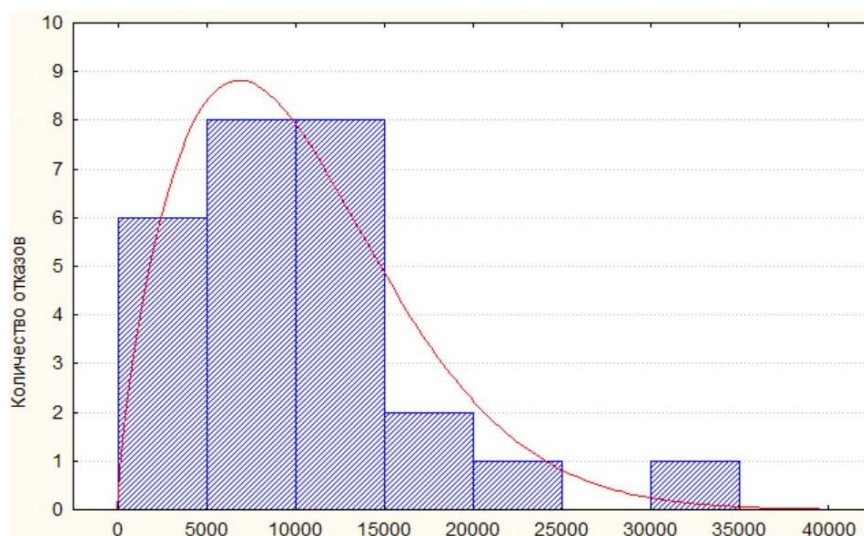


Рис. 6. Гистограмма наработок на отказ генератора 24V

Таблица 2

Результаты обработки информации о надежности мобильного бурового комплекса KB-210

Наименование	Год выпуска	Наработка 01.01.2018, ч	Количество отказов, n	Средняя наработка на отказ, ч. T_{cp}	Среднее квадр. откл., ч. σ_T	Коэффициент вариации	χ^2	$P(\chi^2)$
МБК KB-210 (4541 ТА 86)	2012	27527	324	14803	6965	0,46	11,52	0,33
МБК KB-210 (4403 ТА 86)	2012	36454	333	15277,7	8970,6	0,58	13,31	0,2
МБК KB-210 (4402 ТА 86)	2012	21056	82	9659,2	5299,6	0,55	7,19	0,53
МБК KB-210 (4537 ТА 86)	2012	23464	123	9691,6	5421,9	0,56	10,11	0,6
МБК KB-210 (4538 ТА 86)	2012	33850	168	14594,7	7829,8	0,54	12,75	0,42
МБК KB-210 (4564 ТА 86)	2012	34847	174	13947,3	8991,8	0,64	12,5	0,33
МБК KB-210 (4759 ТА 86)	2012	33717	136	13575	8213,3	0,6	13,05	0,25
МБК KB-210 (4761 ТА 86)	2012	34638	118	16466	8633,6	0,5	9,4	0,38
МБК KB-210 (7242 ТВ 86)	2014	22838	83	10190,7	4593	0,45	14,4	0,23
МБК KB-210 (7977 ТВ 86)	2014	21022	81	10978,3	5747	0,53	14,1	0,27

Таблица 3

Результаты обработки информации о надежности мобильного бурового комплекса KB-210

Наименование	Количество отказов, n	Средняя наработка на отказ, ч. T_{cp}	Среднее квадр. откл. ч. σ_T	Коэффициент вариации	χ^2	$P(\chi^2)$
Клапан REXROTH	22	12288	6507,6	0,6	1,99	0,6
Термостат 11.3704000	31	12578,5	8160,3	0,65	3,67	0,46
Диафрагма	21	7962,2	5922,6	0,74	0,95	0,61
Ремень SPZ-1060	22	8313,5	5502,4	0,66	5,13	0,68
Гидравлический насос	24	13076	8919,3	0,68	7,03	0,41
Генератор 24V	26	10192,3	6692,4	0,65	2,86	0,72
Пневмоклапан	31	930,8	354,3	0,37	0,83	0,66
Насос Челси	29	1300,6	469,3	0,34	1,02	0,58
Цепь роликовая	35	1023,4	943	0,33	0,76	0,7

Заключение

Общее количество отказов по 10 МБК KB-210 за 2012–2014 гг. составляет 1622.

Основными причинами отказов являются [12, 13]:

- отказы элементов двигателя Detroit Diesel серии 60 V8–16 %;
- отказы элементов буровой лебедки – 15 %;
- отказы элементов гидросистемы – 18 %;
- отказы элементов электрооборудования – 18 %.

Наибольшее время затрачивается на ремонт элементов:

- буровой лебедки около 910 ч;
- АКПП Allison около 780 ч;
- двигателя Detroit Diesel» серии 60 V8 около 570 ч;
- гидравлической системы более 300 ч.

По сравнению с 2014 г. в 2016 г. наблюдается сокращение времени на восстановление элементов в работоспособное состояние, что говорит о повышении качества и надежности МБК KB-210.

Приведенные данные об отказах МБК KB-210 и его элементов позволяют предположить, что качественное распределение отказов не противоречит закону распределения Вейбулла [12, 14].

Библиографический список

1. Мобильная буровая установка 100 МТ «National Oilwell Varko». – USA, Pampa, Texas, 2014. – 2874 с.
2. ГОСТ 28113-89. Установки подъемные для освоения и ремонта нефтяных и газовых скважин. – М. : Стандартинформ, 2007. – 3 с.
3. ГОСТ Р 53683 (ИСО 13535:2000) Нефтяная и газовая промышленность. Буровое и эксплуатационное оборудование. Подъемное оборудование. Общие технические требования. – М. : Стандартинформ, 2011. – 38 с.
4. Вадецкий, Ю. В. Бурение нефтяных и газовых скважин / Ю. В. Вадецкий. – М. : Недра, 1985. – 185 с.
5. Чичеров, Л. Г. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования : учеб. пособие для вузов / Л. Г. Чичеров, Г. В. Молчанов, А. М. Рабинович. – М. : Недра, 1987. – 422 с.
6. Кузнецов, А. С. Исследование надежности подъемных установок УП-40С / А. С. Кузнецов, М. М. Иванкив, С. Г. Щергин, К. А. Кузнецов // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 7. – С. 116–118.
7. Данилов, О. Ф. Надежность подъемных агрегатов А60/80 при капитальном ремонте скважин / О. Ф. Данилов, А. С. Кузнецов. – Тюмень, 2012. – 4 с.
8. Острейковский, В. А. Теория надежности : учеб. для вузов / В. А. Острейковский. – М. : Высш. шк., 2008. – 463 с.
9. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – М. : Наука, 2003. – 576 с.
10. Надежность и эффективность в технике : справочник / ред. совет: В. С. Авдеевский, И. В. Аполлонов, Е. Ю. Барзилович. – М. : Машиностроение, 1989. – Т. 7. – 376 с.
11. ГОСТ Р 50779.27-2007 (МЭК 61649:1997) Статистические методы. Критерий согласия и доверительные интервалы для распределения Вейбулла. – М. : Стандартинформ, 2007. – 11 с.
12. Острейковский, В. А. Математические модели оценки техногенного риска сложных систем на основе распределения Эрланга / В. А. Острейковский, А. С. Павлов // Надежность и качество сложных систем. – 2016. – № 1 (13). – С. 99–116.
13. Острейковский, В. А. Анализ моделей распределения характеристик техногенного риска по статистическим данным аварий и катастроф сложных критически важных объектов / В. А. Острейковский, Е. Н. Шевченко // Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 2 (10). – С. 3–12.
14. Острейковский, В. А. Анализ состояния обеспечения работоспособности компрессорных станций магистральных газопроводов на этапе эксплуатации / В. А. Острейковский, Н. А. Соловьев, Е. Н. Шевченко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – 2018. – Т. 1. – С. 61–64.

References

1. Mobil'naya burovaya ustanovka 100 MT "National Oilwell Varko" [Mobile drilling rig 100 MT "National Oilwell Varko"]. USA, Pampa, Texas, 2014, 2874 p.
2. GOST 28113-89. Ustanovki pod'emnye dlya osvoeniya i remonta neftyanyh i gazovyh skvazhin [Installation of lifting for the development and repair of oil and gas wells]. Moscow: Standartinform, 2007, 3 p.
3. GOST R 53683 (ISO 13535: 2000) Neftyanaya i gazovaya promyshlennost'. Burovoe i ehkspluatacionnoe oborudovanie. Pod'emnoe oborudovanie. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya [Oil and gas industry. Drilling and production equipment. Lifting equipment. General technical requirements]. 38 p.

4. Vadetsky Yu. V. *Burenie neftyanyh i gazovyh skvazhin* [Drilling of oil and gas wells]. Moscow: Nedra, 1985, 185 p.
5. Chicherov L. G., Molchanov G. V., Rabinovich A. M. et al. *Raschet i konstruirovaniye neftepromyslovogo oborudovaniya: ucheb. posobie dlya vuzov* [Calculation and design of oilfield equipment: Proc. manual for universities]. Moscow: Nedra, 1987, 422 p.
6. Kuznetsov A. S., Ivankiv M. M., Schergin S. G., Kuznetsov K. A. *Neftyanoe hozyajstvo* [Oil industry]. 2010, № 7, pp. 116–118.
7. Danilov O. F., Kuznetsov A. S. *Nadezhnost' pod'emnykh agregatov A60/80 pri kapital'nom remonte skvazhin* [Reliability of lifting units A60 / 80 in the overhaul of wells]. Tyumen, 2012, 4 p.
8. Ostreykovsky V. A. *Teoriya nadezhnosti: ucheb. dlya vuzov* [Reliability Theory: Textbook. for universities]. Moscow: Vyssh. shkola, 2008, 463 p.
9. Wentzel E. S. *Teoriya veroyatnostej* [Probability Theory]. Moscow: Nauka, 2003, 576 p.
10. Avduevsky V. S., Apollonov I. V., Barzilovich E. Yu. *Nadezhnost' i ehffektivnost' v tekhnike: spravochnik* [Reliability and efficiency in technology: a Handbook]. Moscow: Mashinostroenie, 1989, vol. 7, 376 p.
11. *GOST R 50779.27-2007 (IEC 61649: 1997) Statisticheskie metody. Kriterij soglasiya i doveritel'nye intervaly dlya raspredeleniya Vejbul'a* [Statistical methods. The criterion of agreement and confidence intervals for the distribution of Weibull]. Moscow: Standartinform, 2007, 11 p.
12. Ostreykovsky V. A., Pavlov A. S. *Nadezhnost' i kachestvo slozhnykh sistem* [Reliability and quality of complex systems]. 2016, no. 1 (13), pp. 99–106.
13. Ostreykovsky V. A., Shevchenko E. N. *Nadezhnost' i kachestvo slozhnykh sistem* [Reliability and quality of complex systems]. 2015, no. 2 (10), pp. 3–12.
14. Ostreykovsky V. O., Soloviev N. A., Shevchenko E. N. *Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo* [Proceedings of the International Symposium Reliability and Quality]. 2018, vol. 1, pp. 61–64.

Острейковский Владислав Алексеевич

доктор технических наук, профессор,
кафедра информатики и вычислительной техники,
Сургутский государственный университет
(628412, Россия, г. Сургут, ул. Ленина, 1)
E-mail: ostreykovsky_va@surgu.ru

Антонюк Павел Викторович

аспирант,
Сургутский государственный университет
(628412, Россия, г. Сургут, ул. Ленина, 1)
E-mail: pavel.100792@mail.ru

Антонюк Алена Викторовна

главный специалист,
ОАО «Сургутнефтегаз»
(628404, Россия, г. Сургут, ул. Энтузиастов, 50)
E-mail: antonyk_alena@mail.ru

Ostreykovsky Vladislav Alekseevich

doctor of technical sciences, professor,
sub-department of informatics and computer science,
Surgut State University
(628412, 1 Lenin street, Surgut, Russia)

Antonyuk Pavel Viktorovich

postgraduate student,
Surgut State University
(628412, 1 Lenin street, Surgut, Russia)

Antonyuk Alena Viktorovna

chief specialist,
OJSC "Surgutneftegas"
(628404, 50 Entuziastov street, Surgut, Russia)

УДК 656.13.072: 621.039

Острейковский, В. А.

Анализ работоспособности и надежности мобильных буровых комплексов по статистическим данным при эксплуатации в условиях Западной Сибири / В. А. Острейковский, П. В. Антонюк, А. В. Антонюк // Надежность и качество сложных систем. — 2018. — № 3 (23). — С. 23–31. — DOI 10.21685/2307-4205-2018-3-4.