

УДК 622.23.05

## Методика расчета количества запасных частей

Изложен метод расчета количества запасных частей для горношахтного оборудования, взрывозащищенного и рудничного электрооборудования, обеспечивающий достаточно высокую достоверность результатов.

**Ключевые слова:** предприятие, энергомеханическая служба, горношахтное оборудование, электрооборудование, запасные части.

**Контактная информация:** ukrniive@ukrniive.com.ua



**Б. Н. ВАНЕВ,**  
канд. техн. наук  
(ГП «УкрНИИВЭ»)

Во время технического обслуживания и текущего ремонта тех видов и типов горношахтного оборудования, взрывозащищенного и рудничного электрооборудования, которые согласно ДСТУ 2860-94 относятся к ремонтируемым объектам, на угольном предприятии нередко возникает ситуация, при которой на центральном складе и в кладовых ремонтных мастерских создается дефицит запасных частей одного вида, марки, типоразмера и избыток других. При этом возникает, во-первых, длительный (сверхнормативный) простой оборудования в обслуживании и ремонте, а во-вторых, – нежелательный перерасход оборотных средств предприятия. Поэтому правильный расчет необходимого количества запасных частей для предприятия – постоянная проблема.

Исходя из этого, в разных отраслях промышленности неоднократно предпринимались попытки представить методику расчета количества запасных частей в отраслевых стандартах, например ОСТ16 0.801.196-84 [1], РД12.002-92 [2], ГСТУЗ-29-150-96 [3]. Однако использование такого нормирования на практике нередко приводило к противоречивым результатам вследствие

того, что исходные данные, как правило, оказывались весьма неопределенными. Поэтому, признавая достаточно высокую математическую обоснованность предлагаемой методики расчета количества запасных частей, основанной на нормативах [1, 2, 3], следует учесть, что достоверность получаемых результатов во многом зависит от опыта ее практического использования специалистами энергомеханической службы предприятия.

В соответствии с ДСТУ 2860-94 все запасные части классифицируются на *невосстанавливаемые*, подлежащие только однократному использованию, и *восстанавливаемые*, которые после определенного срока их применения можно отремонтировать и использовать повторно.

Для *невосстанавливаемых* запасных частей (сборочные единицы, детали, элементы) расчет включает определение:

а) среднего количества отказов  $i$ -й восстанавливаемой запасной части в течение расчетного срока службы:

$$n_{срi} = N_i t_э k_{сут} / T_i, \quad (1)$$

где  $N_i$  – количество однотипных запасных частей  $i$ -го вида в изделии;

$t_э$  – расчетный срок эксплуатации (равный, например, одному году или сроку гарантии);  
 $k_{сут}$  – суточный коэффициент (доля) машинного времени работы изделия в течение суток эксплуатации;  
 $T_i$  – средняя наработка на отказ запасной части  $i$ -го вида;

б) количества *невосстанавливаемых* запасных частей, обеспечивающего заданную вероятность  $\alpha_i$  отсутствия простоев изделия из-за нехватки запасных частей  $i$ -го вида

$$n_{\alpha_i} = \rho_{\alpha_i} n_{срi}, \quad (2)$$

где  $\rho_{\alpha_i}$  – коэффициент, определяемый по табл. 1;

в) вероятности простоев изделия из-за отсутствия всех видов его запасных частей:

$$Q = 1 - \prod_{i=1}^k [1 - (1 - \alpha_i)], \quad (3)$$

где  $k$  – количество видов запасных частей в изделии.

Суточный коэффициент машинного времени  $k_{сут}$  для электродвигателей и их пусковой, защитной и регулирующей аппаратуры

$$k_{сут} = t_{г.дв} / 8760,$$

где  $t_{г.дв}$  – средняя по отрасли годовая наработка двигателя данной горной машины, ч;

Таблица 1

Вероятность отсутствия простоев $\alpha_i$	Значения коэффициента $\rho_{\alpha_i} = n_{\alpha_i}/n_{срi}$ при общем количестве образцов $N_i$										
	25	50	75	100	150	200	300	400	600	800	1000
0,900	1,24	1,18	1,15	1,12	1,10	1,09	1,07	1,06	1,06	1,05	1,04
0,920	1,27	1,20	1,16	1,14	1,11	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04
0,940	1,30	1,22	1,17	1,15	1,13	1,11	1,09	1,08	1,06	1,05	1,05
0,960	1,35	1,25	1,20	1,17	1,14	1,12	1,10	1,09	1,07	1,06	1,05
0,980	1,41	1,30	1,24	1,21	1,17	1,14	1,12	1,10	1,08	1,07	1,06
0,990	1,47	1,34	1,27	1,22	1,19	1,16	1,13	1,12	1,09	1,08	1,07
0,992	1,50	1,35	1,28	1,24	1,20	1,17	1,14	1,12	1,10	1,08	1,08
0,994	1,52	1,36	1,29	1,25	1,21	1,18	1,14	1,13	1,10	1,09	1,08
0,996	1,55	1,38	1,31	1,27	1,22	1,19	1,15	1,13	1,11	1,09	1,08
0,998	1,60	1,42	1,34	1,29	1,24	1,21	1,17	1,14	1,12	1,10	1,09
0,999	1,66	1,46	1,37	1,32	1,26	1,22	1,18	1,15	1,13	1,11	1,10

8760 – продолжительность одного календарного года, ч.

Значения  $t_{г.дв}$  для разных видов горных машин на основании технической и нормативной литературы (например, [4, 5]), приведены в табл. 2. Для электродвигателей машин и механизмов, не указанных в табл. 2 и эксплуатируемых как в подземных условиях, так и в поверхностных технологических комплексах, среднее значение  $t_{г.дв}$  в зависимости от их мощности составляет: от 0,25 до 55 кВт – 3000 ч; от 75 до 110 кВт – 3800 ч; от 132 до 315 кВт – 4500 ч.

Для общесетевых электрических аппаратов и машин (комплектных распределительных устройств, трансформаторов и комплектных трансформаторных подстанций, фидерных автоматических выключателей, аппаратов защиты от токов утечки) средняя по отрасли годовая наработка принята  $t_r = 8570$  ч, отсюда суточный коэффициент машинного времени

$$k_{сут} = 8570 : 8760 = 0,978.$$

Для **восстанавливаемых** запасных частей формула (1) приобретает вид

$$n_{срi} = N_i t_r k_{сут} K_6 / T_i; \quad (4)$$

$$K_6 = 1 - K_{п.и} - K_в, \quad (5)$$

где  $K_6$  – коэффициент выбраковки запасных частей после их однократного использования;

$K_{п.и}$  – коэффициент повторного использования запасных частей без их ремонта;

$K_в$  – коэффициент восстановления запасных частей в условиях ремонтной мастерской предприятия.

Значения коэффициентов  $K_{п.и}$  и  $K_в$  принимаются на основании статистических данных эксплуатирующего предприятия по результатам наблюдения за надежностью, повторным использованием и ремонтом запасных частей каждого вида.

При расчетах по формулам (1) – (5) известную трудность представляет определение средней наработки на отказ  $i$ -й запасной части  $T_r$ , так как этот показатель в нормативной документации на запасные части (технические условия на поставку изделия, руководство по эксплуатации, паспорт изделия) указывается редко. Поэтому в данном случае специалистам энергомеханической службы предприятия приходится в основном ориентироваться на результаты собственных наблюдений за надежностью запасных частей разного вида и типа. Необходимо уточнить, что вопрос о сроке службы для отдельных запасных частей не прост: для наиболее долговечных из них проведение наблюдений затруднительно, поскольку надо дожидаться пока выйдет из строя достаточно много запасных частей данного вида, типа. Наилучшее разрешение этой проблемы – проведение наблюдений предприятиями – изготовителями оборудования и запасных частей, результаты которых из-за их массовости более достоверны.

Исходя из указанных затруднений, расчет количества запасных частей следует проводить методом последовательных приближений (аналогичным математическому методу итерации). Чтобы добиться постепенного совпадения результатов расчета с фактическим состоянием дел на рассматриваемом предприятии в прошлом и в текущем году (учитывая дефицит одних видов запасных ча-

## ГОРНОШАХТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Таблица 2

Оборудование	Годовая наработка, ч	
	Средняя по отрасли	Интервал изменения
Широкозахватные очистные комбайны для пластов: тонких средних и мощных	1800	1150 – 3500
	2300	1600 – 3800
Узкозахватные очистные комбайны с индивидуальной крепью для пластов: тонких средних и мощных крутых	2000	950 – 3200
	2200	1500 – 3800
	1600	700 – 2700
То же, с механизированными комплексами для пластов: тонких средних и мощных	1900	1300 – 3500
	2300	1300 – 4600
Угольные струги и скрепероструги для пластов: тонких средних	1100	900 – 1600
	1400	600 – 2000
Врубовые машины	1500	1000 – 2100
Проходческие комбайны: избирательного действия бурового действия	2400	1800 – 2500
	4500	–

Окончание табл. 2

Оборудование	Годовая наработка, ч	
	Средняя по отрасли	Интервал изменения
Погрузочные машины действия: непрерывного циклического	810	750 – 900
	920	800 – 1100
Конвейеры скребковые забойные для пластов: тонких средних и мощных	2700	300 – 4000
	3800	600 – 4400
То же, ленточные магистральные	4100	1900 – 5000
Лебедки: грузовые и маневровые откаточные и подъемные	1600	220 – 1800
	1300	700 – 5300
Вентиляторы местного проветривания	8300	3700 – 8600
Насосы: главного водоотлива местного водоотлива орошения и предварительного увлажнения	3900	2100 – 4900
	2800	1000 – 5700
	3200	700 – 6000
шламмовые, гидротранспорта	4400	2200 – 6000
Компрессоры передвижные	6600	6000 – 6900
Буровые станки	2300	300 – 2700

### ЛИТЕРАТУРА

стей и избыток других), вначале целесообразно привести несколько вариантов контрольных расчетов. И только после этого результаты самого достоверного варианта расчета можно использовать как основание для заказа запасных частей на последующий период.

**Вывод.** Методика расчета количества запасных частей обладает достаточно высокой математической обоснованностью и может быть использована специалистами энергомеханической службы предприятия для практического использования методом последовательных приближений.

1. *Оборудование* электротехническое взрывозащищенное и рудничное. Надежность. Методика сбора и статистической обработки информации по результатам эксплуатационных испытаний: ОСТ16 0.801.196-84. – М.: Минэлектротехпром СССР, 1984. – 159 с.
2. *Изделия* угольного машиностроения. Нормирование расхода запасных частей: РД12.002-92. – К.: Госкомитет Украины по угольной промышленности, 1992. – 29 с.
3. *Надійність* виробів Мінмашпрому. Розрахування комплектів запасних елементів: ГСТУЗ-29-150-96. – К.: Мінмашпром України, 1996. – 30 с.
4. *Електрооборудование* для угольных шахт: Каталог / [А. И. Пархоменко, И. Г. Ширнин, Б. Н. Ванеев и др.]. – М.: ЦНИЭИуголь, 1992. – 318 с.
5. *Ванеев Б. Н.* Обеспечение надежности асинхронных двигателей. IV. Внешние воздействующие факторы // Уголь Украины. – 1997. – № 10. – С. 47-51.