

УДК 621.068

Кравченко В.М.¹, Ченцов Н.А.², Сидоров В.А.³**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТОВ
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИАГНОСТИКИ**

В статье обосновывается необходимость использования оперативных данных о состоянии оборудования, получаемых на основе методов приборной технической диагностики для определения потребности и характера ремонта. Даны рекомендации по оценке качества ремонта.

Ключевые слова: контроль технического состояния, диагностика, ремонт, экономическая эффективность.

Кравченко В.М., Ченцов Н.А., Сидоров В.А. Оцінка економічної ефективності ремонтів на основі даних діагностики. У статті обґрунтовується необхідність використання оперативних даних про стан устаткування, отримуваних на основі методів приладової технічної діагностики для визначення потреби і характеру ремонту. Наведені рекомендації щодо оцінкою якості ремонту.

Ключові слова: контроль технічного стану, діагностика, ремонт, економічна ефективність

V.M. Kravchenko, N.A. Tchencov, V.A. Sidorov. Estimation of economic efficiency of repairs on basis of information of diagnostics. In the article the necessity of the use of on-line data is grounded about the state of equipment, got on the basis of methods of device technical diagnostics for determination of necessity and character of repair. Recommendation as evaluated by quality of repair.

Keywords: control of the technical state, diagnostics, repair, economic efficiency.

Постановка проблемы. Одним из основных терминов, используемых при организации ремонтов, является - **система технического обслуживания и ремонта техники**. Предполагается, что – это совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в систему. Проведение эффективного ремонта, невозможно без информации о текущем состоянии оборудования, на основе которой определяется объем и характер ремонта, оценивается качество проведенных работ [1].

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросам технической и экономической эффективности организации ремонтов посвящено множество исследований, обзор и анализ которых выполнен в [1-4]. При этом было отмечено что, несмотря на значительное число работ, посвященных вопросам технической диагностики оборудования и, с другой стороны, вопросам экономической стороны ремонтных работ, возможность применения технической диагностики оборудования для оценки эффективности проведенного ремонта изучена недостаточно.

Цель статьи – оценить возможность применения методов технической диагностики для оценки экономической эффективности ремонтов оборудования на примере одной из важнейших машин доменного цеха – скиповой лебедки.

Изложение основного материала. Одним из ключевых понятий, применяемых в области организации ремонтов является **техническое состояние объекта по ГОСТ 20911-89** – состояние, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды значениями параметров, установленных технической документацией на данный объект. Этот термин вызывает сомнения в части установленных значений параметров, полноты технической документации и критериев, регламентирующих режимы работы, признаки патологического старения, допустимую степень старения, ресурс деталей и т.д.

Неопределенность основополагающих терминов приводит к снижению качества ремон-

¹ *д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь*

² *канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк*

³ *канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк*

тов и проведению необоснованных ремонтных работ, назначаемых по графику или по соображениям аналогии с имеющимся опытом, без учета фактической степени износа. Основная проблема низкой эффективности проводимых ремонтов – недостаток информации о техническом состоянии, неправильное обоснование необходимости проведения ремонта, неверно выбранные сроки и объемы ремонта, неправильное использование информации о фактическом состоянии деталей и узлов, установленном в процессе проведения ремонта [2].

Последовательность подготовки и проведения ремонта.

1. Обнаружение признаков неисправности – это могут быть сообщения технологического или дежурного персонала о неисправной работе механизмов, результаты осмотра оборудования и технического диагностирования.

Позднее предупреждение о неисправности может привести к внеплановой остановке оборудования. Внешние симптомы повреждений зачастую проявляются непосредственно перед отказом; использование визуального осмотра позволяет сделать упреждающие выводы о возможных неисправностях; диагностирование оборудования наиболее действенный метод для определения моментов зарождения дефектов и прогнозирования сроков отказов на более длительный период.

2. Определение причины неисправности и вида повреждения – ответственный этап в работе ремонтных служб, позволяющий определить мероприятия по восстановлению работоспособности механизма. Износ деталей всегда сопровождается появлением характерных признаков (следов), по которым можно определить причину повреждения и необходимые ремонтные воздействия.

3. Принятие решения о необходимости выполнении ремонтных работ предполагают выбор вида ремонтного воздействия применительно к определенным элементам оборудования.

Операции затяжки резьбовых соединений и смазывания узлов характеризуются примерно одинаковым и относительно невысоким уровнем финансовых затрат. Расходы на регулировку механизма и замену изношенных деталей значительно увеличиваются, но наибольшие затраты возникают при восстановлении или замене корпусных деталей. Несмотря на большую трудоемкость и стоимость работ, ремонтом посадочных нельзя пренебрегать, потому что, как будет показано ниже, качество и полнота выполнения именно этой части работ, оказывают наибольшее влияние на эффективность ремонта в целом и, соответственно, на обоснованность его проведения. Для требуемого продления срока службы замена изношенных деталей должна сопровождаться восстановлением изношенных посадочных мест.

И, наконец, хорошо известна закономерность: чем раньше обнаружено повреждение, тем меньше средств требуется для его ликвидации.

4. Подготовка материальных и трудовых ресурсов, выбор времени проведения ремонта и установка сроков его выполнения.

5. Остановка и ремонт оборудования.

6. Операции по регулировке и настройке отремонтированного механизма.

7. Проведение пробных запусков механизма и при необходимости, дополнительных ремонтных работ.

В данной статье основное внимание уделено оценке экономической эффективности ремонтов на основе данных диагностики, исключающих несвоевременные и необоснованные ремонты.

Под несвоевременным ремонтом авторы понимают работы по устранению повреждений, стадия зарождения и формирования которых уже получила полное развитие, сопровождающееся появлением дефектов рядом расположенных узлов и деталей. Несвоевременный ремонт – это, как правило, вынужденный ремонт, принять решение о необходимости которого заставляет очевидная неисправность механизма. Принцип «Лучше ремонт провести на час раньше, чем на минуту позже», наилучшим образом подходит к рассматриваемой проблеме. Задача технического обслуживания и ремонтных работ, как раз и заключается в обеспечении предсказуемого и управляемого поведения оборудования.

Несвоевременные, вынужденные ремонты часто связаны непосредственно с другой стороной проблемы – необоснованными ремонтами.

Необоснованный ремонт – ремонт, это работы, выполняемые без должной подготовки и плана. Отсутствие на момент начала ремонта информации о наиболее вероятных повреждениях и, соответственно, плана работ по их устранению, учитывающего потребность в запчастях, ма-

териалах, оборудовании, проработки обоснования необходимости ремонта, без учета возможных ошибок сборки. Достаточным обоснованием необходимости проведения ремонта узла является факт выявления начальной стадии повреждения смежных деталей. Этот принцип следует использовать при разработке нормативов работоспособного состояния узлов механического оборудования.

Установить причину неисправного состояния следует при визуальном осмотре. В процессе проведения ремонта необходимо подтвердить устранение причины ухудшения технического состояния, используя методы безразборного диагностирования во время пробных запусков. Оценка качества ремонта должна основываться на степени улучшения технического состояния (повышении уровня работоспособности) изделия.

Ремонт скиповой лебедки ЛС-22,5-1 доменной печи послужил подтверждением актуальности изложенных выше положений. Проведению ремонта предшествовали измерения общего уровня и частотной формы вибрационного сигнала. Расположение контрольных точек показано на рисунке 1.

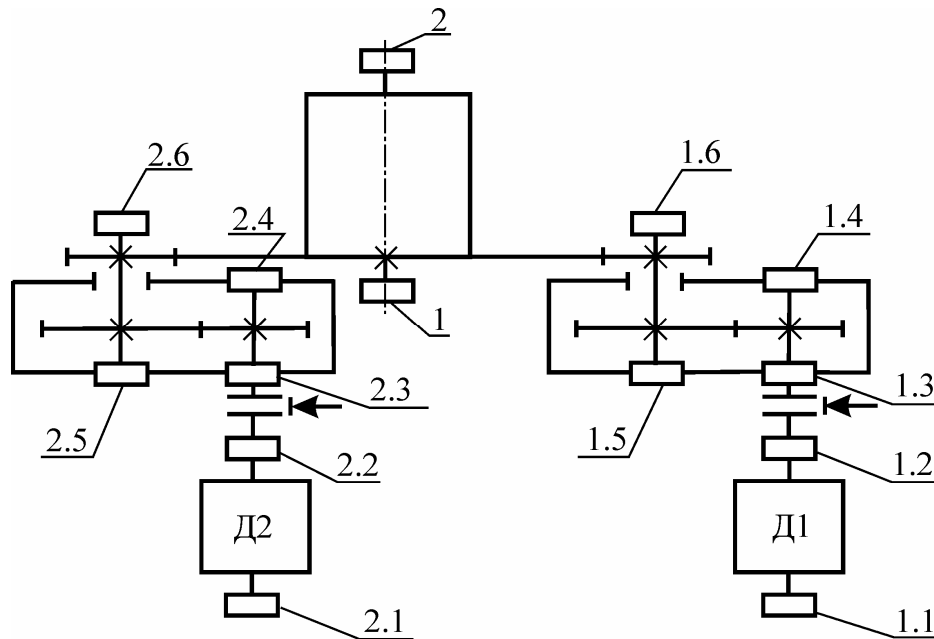


Рис.1 - Расположение точек измерения вибрации

Анализ полученных данных позволил поставить диагноз:

1. Техническое состояние скиповой лебедки – плохое, необходимо проведение ремонта.
2. Предполагаемые неисправности: ослабление резьбовых соединений, износ посадочных мест подшипников, начальная степень повреждений подшипников качения, повреждения рабочей поверхности зубчатых передач.
3. Наиболее вероятно, что по линии второго привода потребуется восстановление посадочных мест и замена подшипников. Для уточнения характера требуемого ремонта необходимо провести полную разборку механизма для осмотра и дефектовки деталей на основе выявленных повреждений.

Обследование характера износа деталей и узлов скиповой лебедки доменной печи выполнено после полной разборки. Выполнялся визуальный осмотр и фотографирование узлов скиповой лебедки: зубчатых передач, посадочных мест подшипников, деталей подшипников.

По результатам визуального осмотра необходимо было выполнить корректировку объема ремонтных работ, осуществить: восстановление посадочных мест, замену зубчатых колес, затяжку резьбовых соединений. Из-за ограничения времени проведения ремонта, отсутствия подготовленных запасных частей эти работы не были выполнены. Проведена замена только подшипников валов редукторов и затяжка резьбовых соединений.

Качество проведенного ремонта определено при вибрационном обследовании лебедки после ремонта. Значения параметров вибрации не изменились. Основные причины вибрации – износ посадочных мест подшипниковых опор, износ рабочих поверхностей зубчатых передач

не устранены. Из приведенных данных следует вывод о том, что выполненный ремонт не эффективен. Принятые решения по проведению частичного ремонта оказались ошибочными. Замена подшипников и затяжка резьбовых соединений не улучшила техническое состояние механизма.

Это характерный пример проведения ремонта по аналогии, структура которого основывается на опыте выполнения предшествующих работ схожего характера. Ранее в механизме скиповой лебедки возникло повреждение подшипников, что привело к повреждению их посадочных мест и в дальнейшем послужило причиной ускоренного износа зубчатых передач. Выполненный ремонт, заключающийся в замене подшипников, дал положительные результаты. Это объясняется тем, что износ смежных элементов находился в начальной стадии. В рассматриваемом в данной статье случае, повреждение смежных деталей уже достигло уровня, при котором требуется принятие отдельных мер по восстановлению их работоспособности. Поскольку выполненный частичный ремонт не включал в себя эти работы, он не дал требуемого улучшения технического состояния оборудования.

Можно с уверенностью утверждать, при сохранении описанного выше отношении к проблемам ТООР результатом таких необоснованных, вынужденных ремонтных работ будет череда последующих, таких же мало эффективных вынужденных усилий по поддержанию работоспособности оборудования со всеми вытекающими последствиями: внеплановыми простоями, срывом сроков поставок, удорожанием продукции, потерей конкурентоспособности предприятия и т.п.

Проведению ремонта должно предшествовать регулярное техническое диагностирование, необходимое для планирования объема ремонта. Некоторые виды повреждений могут эффективно выявляться только при визуальном осмотре. Поэтому, следует обеспечить наличие на складе неснижаемого комплекта запасных частей обслуживаемых механизмов. Дефектовка узлов может привести к изменению объемов ремонта и потребовать принятия оперативных решений. После ремонта следует оценить качество проведенных работ на основании критериев работоспособности [3].

Для оценки экономической эффективности ремонтов на основе данных диагностики использован критерий – удельная стоимость эксплуатации оборудования [4]. Значение удельной стоимости определяется из выражения

$$S_3 = (Z_{зч} + Z_{бр} P + \Pi) / t_p, \quad (1)$$

где $Z_{зч}$ - стоимость запасной части используемой во время ремонта;

$Z_{бр}$ - затраты трудовых ресурсов (ремонтных бригад);

Π - стоимость прогнозирования срока отказа;

t_p - прогнозный ресурс детали обеспечивающий заданную вероятность безотказной работы $P(t)$.

Выполнение такой оценки предполагает сравнение значения $S\phi$ этого критерия для используемой стратегии ремонтов скиповой лебедки (фактической) с предлагаемой новой стратегией ремонтов на основе данных диагностики (по техническому состоянию), обеспечивающей значение критерия $Sн$.

Характеристики групп элементов оборудования используемые при определении удельной стоимости включают следующие показатели:

- $N_э$ – количество подобных элементов оборудования в группе;
- t_{MIN}, t_{MAX} – экспертная оценка фактических значений минимального и максимального ресурсов элемента оборудования соответственно;
- Y_{ϕ} – относительная оценка технического состояния заменяемых элементов оборудования на основе существующей (фактической) стратегии ремонтов;
- Z_1 – стоимость поставки новой запчасти;
- $A_{зч}$ – коэффициент удорожания аварийной поставки новой запчасти;
- $B_{РЕМ}$ – трудоемкость ремонта элемента оборудования;
- $Ч_1$ – часовая тарифная ставка в слесаря в ремонтной бригаде;
- $A_{БР}$ – коэффициент увеличения трудоемкости аварийного ремонта;
- $t_{ОС}$ – периодичность разборки и осмотра оборудования;

- B_{OC} – трудоёмкость разборки и осмотра оборудования;
- $B_{Д}$ – трудоёмкость диагностирования;
- $N_{Д}$ – количество диагностируемых на один ремонт;
- $K_{Д}$ – относительная оценка технического состояния заменяемых элементов оборудования на основе новой (по техническому состоянию) стратегии ремонтов.

Значения этих параметров по группам элементов рассматриваемой скиповой лебедки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные по элементам оборудования

№ п п	Наименование	Элементы				З/части		Рем. бригады			Фактич.		Новая		
		$N_{Э}$, шт	t_{MIN} , лет	t_{MAX} , лет	$Y_{Ф}$, %	Z_1 , грн	$A_{Зч}$	$B_{РЕМ}$, ч* час	$Ч_1$, грн/час	$A_{БР}$	t_{OC} , лет	B_{OC} , чел*час	$N_{Д}$, шт	$B_{Д}$, ч*ч	$K_{Д}$, %
	Редуктор	2									40		8		
1	Подшипники	3	1,5	2	80	850	6	40	26,12	3	0,5		4	95	
2	Шестерня 1го вала	1	2	3	85	1100	5	80	26,12	2	0,5		4	95	
3	Шестерня 2го вала	1	5	8	90	3040	5	40	26,12	2	0,5		4	95	
	Барaban лебедки	1									60		12		
4	Подшипники барабана	2	2	3	70	1852	3	80	26,12	1	0,33		4	95	
5	Внешний подшипник	2	2	3	80	1852	3	120	26,12	3	0,33		4	95	
6	Шестерня барабана	1	5	8	70	1400	5	120	26,12	2	0,33		4	95	
7	Шестерня приводная	2	3	4,5	85	19144	5	120	26,12	2,5	0,33		4	95	

Расчетные характеристики по каждой группе элементов оборудования представлены следующими показателями.

Средний ресурс

$$t_{CP} = (t_{MAX} - t_{MIN}) / 2, \tag{2}$$

где t_{MAX} – максимальный ресурс детали;

t_{MIN} – минимальный ресурс детали.

Среднеквадратичное отклонение ресурса определяем из выражения

$$\sigma = \sqrt{(t_{max} - t_{CP})^2 + (t_{min} - t_{CP})^2}.$$

Коэффициент вариации ресурса

$$v = \sigma / t_{CP}. \tag{3}$$

*В случае, если $v < 1/3$ можно считать, что ресурс элемента оборудования распределен по нормальному закону.

Учитывая, что заменялись детали, частично использовавшие свой ресурс, математическое ожидание ресурса составит

$$t_M = t_{CP} / Y_{Ф}, \tag{4}$$

где $Y_{Ф}$ – относительная оценка технического состояния элемента оборудования на момент замены.

Таким образом, коэффициент использования ресурса детали составит

$$K_{ИРФ} = t_{CP} / t_M. \tag{5}$$

Выполнение ремонтного воздействия предполагает использование запасных частей и ремонтных бригад, стоимость которых должна учитывать возможность выполнения аварийных ремонтов. Соотношение аварийных и плановых ремонтов определяется вероятностью безотказной работы, нормативное значение которой составляет $P(t) = 0,95$.

Стоимость запасной части складывается из затрат на изготовление, доставку и хранение. Принимая условие, что подшипник используется в ремонте сразу после его поставки на предприятие, мы исключаем затраты на хранение. При определении стоимости запасной части также учтено ее увеличение в случае аварийного ремонта, что требует ее срочной поставки. С учетом этих условий стоимость запчастей составит

$$Z_{Зч} = Z_1 [P(t) + A_{Зч} (1 - P(t))]. \tag{6}$$

Стоимость ремонтной бригады зависит от продолжительности ремонта и количе-

ства ремонтного персонала. Состав и квалификация ремонтной бригады определяется деталью и характером выполняемого ремонтного воздействия. При этом необходимо учесть, что продолжительность ремонтного воздействия увеличивается в случае аварийного ремонта по сравнению с плановым. С учетом этих условий стоимость ремонтной бригады составит

$$Z_{БР} = B_{БР} * Ч_1 * [P(t) + A_{БР} (1 - P(t))]. \quad (7)$$

Стоимость ремонта является суммой стоимости запасных частей и ремонтной бригады выполнявшей ремонт

$$Z_{РЕМ} = Z_{БР} + Z_{ЗЧ}. \quad (8)$$

Расчетные значения приведенных параметров, по группам элементов лебедки, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Расчетные характеристики элементов оборудования

№ пп	Наименование	Ресурсы					Затраты		
		t _{ср} , сут	σ	v	t _м , сут	K _{ир.ф}	Z _{зч} , грн	Z _{БР} , грн	Z _{РЕМ} , грн
	Редуктор								
1	Подшипники	1,75	0,35	0,20	2,19	0,80	1062	1149	2211
2	Шестерня 1го вала	2,50	0,71	0,28	2,94	0,85	1320	2193	3513
3	Шестерня 2го вала	6,50	2,12	0,33	7,22	0,90	3648	1123	4771
	Барабан лебедки								
4	Подшипники барабана	2,50	0,71	0,28	3,57	0,70	2037	2089	4126
5	Внешний подшипник	2,50	0,71	0,28	3,13	0,80	2037	3447	5484
6	Шестерня барабана	6,50	2,12	0,33	9,29	0,70	1680	3290	4970
7	Шестерня приводная	3,75	1,06	0,28	4,41	0,85	22972	3369	26342

Удельная стоимость эксплуатации в случае использования существующей (фактической) стратегии ремонтов предполагает использование данных о наработке элемента оборудования на ремонт

$$t_{РЕМ.Ф} = t_М * K_{ир.ф}. \quad (9)$$

Использование такой стратегии предполагает разборку и сборку оборудования выполняемых для оценки его состояния которые имеют стоимость

$$Z_{ОС} = B_{ОС} * Ч_1. \quad (10)$$

Количество осмотров за время наработки на ремонт составит

$$N_{ОС} = t_{РЕМ.Ф} / t_{ОС}. \quad (11)$$

В этом случае затраты на прогнозирование срока отказа составят

$$Z_{П.Ф} = Z_{ОС} * N_{ОС}. \quad (12)$$

Удельную стоимость эксплуатации элементов группы определяем из выражения

$$S_Э = N_Э * (Z_{РЕМ} + Z_{П.Ф}) / t_{РЕМ.Ф}. \quad (13)$$

Общая удельная стоимость эксплуатации лебедки определяется как сумма удельных стоимостей ее элементов и составляет $S_Ф = 35382,89$ грн/год, таблица 3.

Удельная стоимость эксплуатации в случае использования предлагаемой (новой) стратегии ремонтов на основе данных диагностики предполагает использование данных о наработке элемента оборудования на ремонт:

$$t_{РЕМ.Н} = t_М * Y_Д. \quad (14)$$

Использование такой новой стратегии предполагает диагностирования оборудования, выполняемые для оценки его состояния, которые за время эксплуатации элемента имеют стоимость.

Использование такой стратегии предполагает диагностирования оборудования, выполняемые для оценки его состояния которые имеют стоимость

$$Z_Д = B_Д * Ч_1. \quad (15)$$

В этом случае затраты на прогнозирование срока отказа составят

$$Z_{П.Н} = Z_Д * N_Д \quad (16)$$

Удельную стоимость эксплуатации элементов группы определяем из выражения

Таблица 3

Фактическая удельная стоимость эксплуатации

№ пп	Наименование	З _{РЕМ} , грн	З _{ОС} , грн	N _{ОС} , шт	З _{П.Ф} , грн	t _м , лет	K _{ИР.Ф}	T _{РЕМ.Ф} , лет	S _Э , грн/год	N _Э , шт	S _Ф , грн/год
	Редуктор									2	
1	Подшипники	2211	208	3,50	731	2,19	0,80	1,75	1681	3	10090
2	Шестерня 1го вала	3513	208	5,00	1044	2,94	0,85	2,50	1823	1	3646
3	Шестерня 2го вала	4771	208	6,50	1358	7,22	0,90	6,50	942	1	1885
	Барабан лебедки									1	
4	Подшипники барабана лебедки	4126	223	7,58	1696	3,57	0,70	2,50	2329	2	4658
5	Внешний подшипник	5484	223	7,58	1696	3,13	0,80	2,50	2872	2	5744
6	Шестерня барабана	4970	223	11,36	2544	9,29	0,70	6,50	1156	1	1156
7	Шестерня приводная барабана	26342	223	19,70	4409	4,41	0,85	3,75	8200	1	8200
	По лебедке										35383

$$S_{Э} = N_{Э} * (Z_{РЕМ} + Z_{П.Н}) / t_{РЕМ.Н} \quad (17)$$

Общая удельная стоимость эксплуатации лебедки определяется как сумма удельных стоимостей ее элементов и составляет S_Н = 25000 грн/год, таблица 4.

Сравнение удельной стоимости эксплуатации S_Ф лебедки в случае существующей стратегии ремонтов (послеосмотровой) и новой S_Н (по техническому состоянию) позволяет оценить ежегодную экономию финансовых средств. Абсолютная величина ежегодной экономии составит

$$\Delta S_A = S_{Ф} - S_{Н} = 35383 - 25000 = 10383 \text{ грн.} \quad (18)$$

а относительная

$$\Delta S_O = \Delta S_A / S_{Ф} = 100 * 10383 / 35383 = 29,34\% \quad (19)$$

Таблица 4

Новая удельная стоимость эксплуатации

№ пп	Наименование	З _{РЕМ} , грн	З _Д , грн	N _Д , шт	З _{П.Ф} , грн	t _м , лет	K _Д	T _{РЕМ.Д} , лет	S _Э , грн/год	N _Э , шт	S _П , грн/год
	Редуктор									2	
1	Подшипники	2211	68,56	4	274	2,19	0,95	2,08	1196	3	7177
2	Шестерня 1го вала	3513	68,56	4	274	2,94	0,95	2,79	1355	1	2711
3	Шестерня 2го вала	4771	68,56	4	274	7,22	0,95	6,86	735	1	1470
	Барабан лебедки									1	
4	Подшипники барабана лебедки	4126	102,84	4	411	3,57	0,95	3,39	1337	2	2675
5	Внешний подшипник	5484	102,84	4	411	3,13	0,95	2,97	1986	2	3972
6	Шестерня барабана	4970	102,84	4	411	9,29	0,95	8,82	610	1	610
7	Шестерня приводная барабана	26342	102,84	4	411	4,41	0,95	4,19	6383	1	6383
	По лебедке										25000

Выводы

1. Обоснование необходимости и характера ремонта должно основываться на оперативных данных о техническом состоянии оборудования, определяемого методами безразборного диагностирования: виброметрии, термометрии, интроскопии, анализа шумов механизма.
2. Необходимость проведения ремонта узла должна считаться полностью обоснованной при выявлении начальной стадии повреждения смежных деталей и нарушения исходного взаимодействия узлов.

3. Оценка качества проведенного ремонта должна определяться степенью восстановления технического состояния до исходного уровня.

Список использованных источников:

1. Плахтин В. Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин: учебник для вузов / В.Д. Плахтин. - М.: Металлургия, 1983. - 415 с.
2. Ловчиновский Э. В. Реорганизация системы технического обслуживания и ремонта предприятий / Э.В. Ловчиновский. - М.: «Реинжиниринг бизнеса», 2005. - 385 с.
3. Кравченко В.М. Техническое обслуживание и диагностика промышленного оборудования / В.М. Кравченко. - Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2004. - 504 с.
4. Ченцов Н.А. Организация, управление и автоматизация ремонтной службы / Н.А. Ченцов. - Донецк: Норд-Пресс-УНИТЕХ, 2007. - 258 с.

Рецензент: Логотова Т.Г.

д-р экон. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 28.03.2011

УДК 621.068

Кравченко В.М.¹, Сидоров В.А.², Ланская С.П.³

ЭКОНОМИКА УПРЕЖДАЮЩЕГО РЕМОНТА

На основе анализа вариантов ремонта оборудования показано, что эффективное увеличение безотказности и управление надежностью механического оборудования возможно при использовании стратегии упреждающих ремонтов.

Обоснованность и запланированность упреждающего ремонта позволяет провести его в наиболее короткие сроки с использованием минимально необходимого количества работников, что повлечет за собой минимизацию затрат труда и затрат упущенных возможностей.

Ключевые слова: ремонт упреждающий, планирование, экономическая эффективность

Кравченко В.М., Сидоров В.А., Ланська С.П. Економіка попереджувального ремонту. *На основі аналізу варіантів ремонту устаткування показано, що ефективно збільшення безвідмовності і управління надійністю механічного устаткування можливо при використанні стратегії попереджувальних ремонтів.*

Обґрунтованість і запланованість попереджувального ремонту дозволяє провести його в найбільш короткі терміни з використанням мінімальної необхідної кількості працівників, що спричинить мінімізацію витрат праці і витрат упущених можливостей.

Ключові слова: ремонт попереджує, планування, економічна ефективність.

V.M. Kravchenko, V.A. Sidorov., S.P. Lanskay. Economy of proactive repair. *It is shown on the basis of analysis of variants of repair of equipment, that effective increase of faultlessness and management reliability of mechanical equipment possibly at the use of strategy of proactive repairs.*

Validity of proactive repair allows to conduct him in the most short spaces with the use of the necessary least of workers, that will entail minimization of expenses of labour and expenses of the lost opportunities.

Keywords: repair is proactive, planning, economic efficiency.

¹ д-р техн. наук, професор, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Мариуполь

² канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Донецький національний технічний університет», г. Донецьк

³ канд. экон. наук, доцент, ГВУЗ «Донецький національний технічний університет», г. Донецьк