Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт
«Горные машины и комплексы»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В. Гилев
подпись инициалы, фамилия
« _____» _____ 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

151000.62 – «Технологические машины и оборудование»
код – наименование направления

Повышение эксплуатационной надежности горно-металлургических машин за счет совершенствования системы технического обслуживания и ремонта в условиях ЗАО «Полюс»
тема

Руководитель _____ доцент, канд. техн. наук В.Т. Чесноков
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ А.А. Маклаков
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт
«Горные машины и комплексы»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В. Гилев
подпись инициалы, фамилия
« _____» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы
бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации

Студенту Маклакову Алексею Андреевичу
фамилия, имя, отчество

Группа ЗММ12-07 Направление (специальность) 151000.62 – «Технологические машины и оборудование», специальности 150404.65 «Металлургические машины и оборудование»

Тема выпускной квалификационной работы «Повышение эксплуатационной надежности горно-металлургических машин за счет совершенствования системы технического обслуживания и ремонта в условиях ЗАО «Полюс»

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР В.Т. Чесноков, доцент, канд. техн. наук, кафедра «Горные машины и комплексы»

Исходные данные для ВКР: аппаратурно-технологическая схема процесса обогащения; номенклатура применяемого оборудования; действующая система технического обслуживания и ремонта дробильно-измельчительного оборудования

Перечень разделов ВКР:
Введение; Техника и технология обогащения золотосодержащих руд; Мероприятия по повышению эффективности ремонтно-восстановтельных работ мельницы; Техническое обслуживание и ремонт; Технико-экономические показатели; Заключение; Список использованных источников

Перечень графического материала _____
_____
_____
_____

Руководитель ВКР _____ В.Т. Чесноков
подпись инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____А.А. Маклаков
подпись, инициалы и фамилия студента

« ___ » _____ 20__ г.

Содержание

Введение
1. Технологический процесс и оборудование для обогащения золотосодержащих руд на месторождении «Благодатное»
2. Анализ деятельности ремонтно-механической службы золотоизвлекательной фабрики №4
3. Система управления техническим обслуживанием и ремонтом «ТРМ»

3.1 Описание системы «ТРМ»
3.2 Улучшение работы промышленного оборудования путем развертывания проекта ТРМ
3.3 Мировой опыт системы организации ремонтных работ дробильно-измельчительного оборудования
3.4. Совершенствование системы управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования
3.5 Повышение производственной эффективности ремонтной службы предприятия
4. Организация системы технического обслуживания и ремонта дробильно-измельчительного оборудования ОРПиОР ЗИФ-4 на основе принципов системы ТРМ
4.1 Применение методологии ТРМ для повышения эффективности работы дробильно-измельчительного оборудования ОРПиОР ЗИФ-4

4.2 Эффективность внедрения технологии ТРМ в ОРПиОР ЗИФ-4

Заключение
Список использованных источников

Введение

Основной задачей, стоящей перед металлургической промышленностью является обеспечение прироста добы[illegible]переработки полезных ископаемых в основном за счет внедрения прогрессивных технологий в горное, обогатительное, металлургическое оборудование большой единичной мощности и энерговооруженности.

Особое место имеют вопросы улучшения парка машин, повышение топливной экономичности, ускорение ведения ремонтных работ, повышение надежности работы оборудования, повышение уровня технического обслуживания. Современный специалист горно-металлургического производства должен глубоко знать основы механизации и автоматизации производства, эксплуатационные и технические данные машин и элементов их конструкций, а также основы теории, расчета и технической эксплуатации техники. Увеличение объёмов добычи и переработки неизбежно связано с долговечностью работы машин, их модернизации, совершенствования технологий ремонта и технического обслуживания.

Целью данной работы является предложить пути повышения эксплуатационной надежности обогатительного оборудования за счет совершенствования системы технического обслуживания и ремонта в условиях обогатительной фабрики.

Выпускная квалификационная работа является завершающим этапом подготовки специалиста (бакалавра).

1. Технологический процесс и оборудование для обогащения золотосодержащих руд на месторождении «Благодатное»

Описание технологического процесса

Золотоизвлекательная фабрика №4 (далее ЗИФ-4) находится на месторождении «Благодатное». В состав ЗИФ-4 входит отделение рудоподготовки и обогащения руды (далее ОРПиОР), гидрометаллургическое отделение (далее ГМО), участок подготовки производства (далее УПП) и участок хвостового хозяйства (далее Х/Х).

Руда из карьера месторождении "Благодатное" поступает на приемный бункер дробильного комплекса ЗИФ-4 (рис. 1). Оттуда с помощью пластинчатого питателя ПП-1-24-180Б подается в шнекозубчатую дробилку ДШЗ 1000/320У. Дробленная руда сначала наклонным стационарным конвейером потом отвалообразователем ОРС подается на конус дробленной руды. Из конуса дробленная руда опять таки ленточными наклонными конвейерами подается в мельницы мокрого самоизмельчения ММПС 70х52 (2шт), находящиеся в корпусе ОРПиОР. Из мельницы подбутарный продукт подается в зумпф и оттуда с помощью насосов WARMAN 12/10 измельченный продукт качается в гидроциклонные установки (далее ГЦУ) CAVEX 650. В ГЦУ происходит разделение фракции пульпы. Мелкая фракция (0.074мм) подается на флотомашины ФПМ УП-100, крупная фракция (пески) частично подаются на грохота SIZETEC. Надрешетная продукция подается в шаровую мельницу доизмельчения МШЦ 55х75. Подрешетная продукция подается снова с помощью насосов WARMAN 12/10 через пульподелители на концентраторы KNELSON.

В концентраторах KNELSON происходит гравитационное обогащение крупного золота и образовывается гравиоконцентрат. В дальнейшем этот гравиоконцентрат направляется в ГМО на интенсивное выщелачивание на установке АКАЦИЯ. Дальше происходит процесс сорбции и десорбции золота в десорберах.

А надбутарный продукт после мельницы ММПС 70х52 подается в мельницу доизмельчения МШЦ 55х75. Подбутарный доизмельченный продукт объединяется с подбутарным продуктом мельницы первой стадии измельчения ММПС 70х52 и подается в зумпф, откуда вместе подаются в ГЦУ CAVEX 650.

Как указали выше мелькая фракция после ГЦУ подается на флотацию. На флотации происходит флотационное обогащение мелкодисперсного золота.

После флотационного обогащения флотоконцентрат подает на сгущение, потом сгущенный продукт с плотностью 55-60% подается на основную сорбцию ГМО.

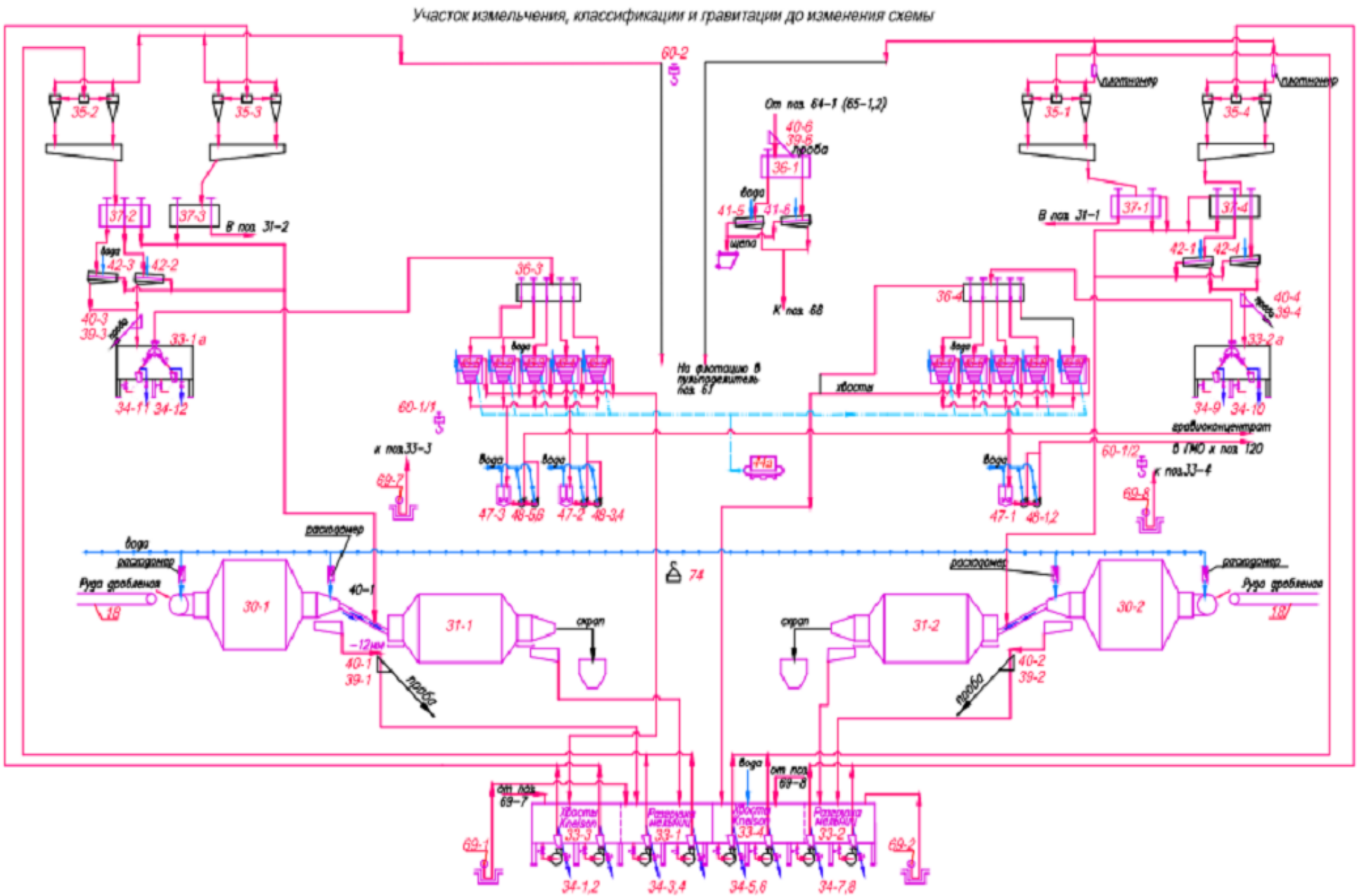

Рисунок 1 – Аппаратурная схема ОРПиОР ЗИФ-4

Таблица 1 – Спецификация оборудования ОРПиОР ЗИФ-4

30–1,2	ММПС–7,0х5,2	Мельница полусамоизмельчения V=184м.куб; U=6кВ; N=4000кВт	2	483000
31–1,2	МШЦ–5,5х7,5	Мельница шаровая с центр. разгрузкой V=230 м.куб; U=6кВ; N=4000кВт	2	230000
32–(1–4)	н.а.	Воронка стационарная для загрузки шаров в мельницу ММПС L=0,7м; B=0,5м; H=0,5м; V=0,1м.куб.	2	110
33–1,2	н.а.	Зумпф сбора подбутарного продукта V=30м.куб	2	
33–3,4	н.а.	Зумпф сбора песков ГЦУ Vраб=30м.куб	2	
33–1а,2а	н.а.	Зумпф сбора песков ГЦУ Vраб=30м.куб	2	
34–1,2,5,6	Warman 12/10 FFY–AH	Песковый насос подачи хвостов гравитации на классификацию Q=1340 м.куб/ч; H=35м; N=250кВт	4	6555
34–3,4,7,8	Warman 12/10 FFY–AH	Песковый насос подачи подбутарного продукта на классификацию Q=1340 м.куб/ч; H=35м; N=250кВт	4	6555
34–9	Warman 12/10 FFY–AH	Песковый насос подачи песков ГЦУ в питание гравиоконцентраторов Q=1340 м.куб/ч; H=35м; N=250кВт	1	6555
34–(10–12)	Warman 12/10 FFY–AH	Песковый насос подачи песков ГЦУ в питание гравиоконцентраторов Q=1340 м.куб/ч; H=35м; N=250кВт	3	6555
35–1,3	Cavex 4–650–GVX13	Установка гидроциклонная классификации хвостов гравитации Q=1100 м.куб/ч	2	4800
35–2,4	Cavex 4–650–GVX13	Установка гидроциклонная классификации подбутарного продукта Q=1100 м.куб/ч	2	4800
36–1	н.а.	Пульподелитель на питании щепоуловли-вающих грохотов на 2 струи V=5,9м куб.	1	3600
36–3,4	н.а.	Пульподелитель на питании гравио-концентраторов на 4 струи V=5,9м куб.	2	3600
37–1,3	н.а.	Пульподелитель на песках ГЦУ на 2 струи Vраб.=5,9м куб.	2	3600
37–2,4	н.а.	Пульподелитель на песках ГЦУ на 3 струи Vраб.=5,9м куб.	2	3600
39–(1–4)	Г 163.00.00.000	Пробоотборник вторичный с вращающим-ся ножом N=0,37кВт	2	180
40–(1–4)	ОДП–0,5Б	Пробоотборник первичный N=0,55кВт	2	192
42–(1,4)	SIZETEC SDS816–6M–5	Грохот вибрационный на песках ГЦУ F=12м.кв.; Размер ячеи сита: 2х24мм	2	8713
42–(2,3)	Derrick 2W56–168–4A	Грохот вибрационный на песках ГЦУ F=4,8м.кв.; Размер ячеи сита: 3х12мм	2	1378
43–(2–9)	KNELSON KC–XD48MS 4000	Центробежный концентратор на песках г/ц Q=200–400т/ч N=75кВт	5	5680
43–(1–10)	KNELSON KC–XD48MS 4000	Центробежный концентратор на песках г/ц Q=200–400т/ч N=75кВт	5	5680
44а	Atlas Copco GX7FF–10–300L	Воздушная компрессорная установка N=7,5кВт	1	326
47–(1–3)	н.а.	Зумпф для сбора гравиоконцентрата с МПУ. V=5,3 м.куб.; N=3,0кВт	3	1350
48–(1–6)	ПР 63/22,5	Агрегат электронасосный для подачи гравиоконцентрата в ГМО: Q=63м.куб/ч; H=22,5м; N=15кВт	6	375
60–1/1,2	ТРШП–0,5–6–У2	Таль ручная, г/п 0,5т	2	45
60–2	ТРШП–1,0–6–У2	Таль ручная, г/п 1,0т	1	76
69–1,2	ПРВП 160/20	Агрегат электронасосный вертикальный дренажный Q=160м.куб; H=20м N=30кВт	2	
69–7,8	ПРВП 63/22,5	Агрегат электронасосный вертикальный дренажный Q=63м.куб; H=22,5м N=11кВт	2	375
70		Кран мостовой электрический г/п 50/12,5т L=34м; N=168кВт	1	
74	ЭМГ 117–39/М	Шайба электромагнитная, г/п–1,0т	1	1950

Основная сорбция ГМО состоит из контактных чанов КЧ-400. В них происходит растворение золота в цианистом растворе и абсорбция жидкого золота на сорбент (активированный уголь). хвосты сорбции сгущается и пропускается через дисковые вакуум фильтры . Осушенные хвосты процесса сорбции вывозится в полигон хранения сухих хвостов. Спецификация оборудования фабрики приведена в таблице 1.

2. Анализ деятельности ремонтно-механической службы золотоизвлекательной фабрики №4

В настоящее время на базе золотоизвлекательной фабрики №4 (далее ЗИФ-4) функционирует механическая служба, в состав которой входит 47 человек, среди которых:

- заместитель главного механика Управления золотоизвелкательных фабрик (далее УЗИФ);
- старший мастер по ремонту;
- инженер механик;
- слесарь - инструментальщик;
- мастер по ремонту технологического оборудования ОРПиОР;
- мастер по ремонту технологического оборудования ГМО;
- мастер по ремонту УПП;
- мастер по ремонту участка Х/Х;
- слесаря по ремонту технологического оборудования;
- электрогазосварщики.

На рисунке 2 представлена схема Механослужбы ЗИФ-4.

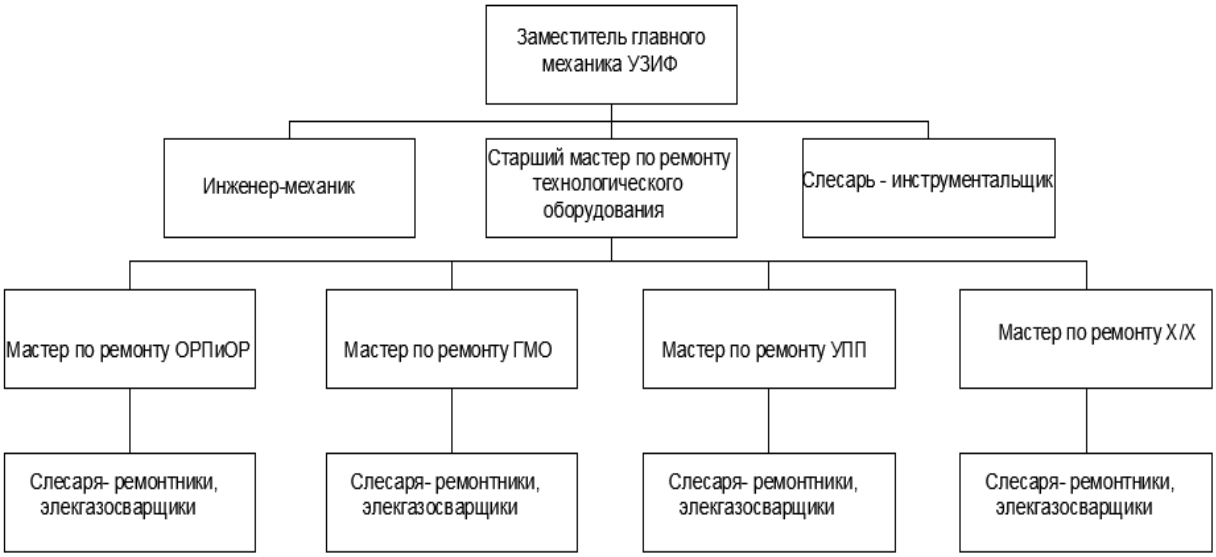

Рисунок 2 – Схема механослужбы ЗИФ-4.

Данная служба выполняет работы связанные с техническим обслуживанием основного технологического оборудования (мельницы, дробильный комплекс, конвейерного оборудования т д.), а так же все виды ремонтов вспомогательного оборудования.

Текущий и капитальный ремонты основного технологического оборудования производятся «цехом ремонта технологического оборудования (ЦРТО)»

Все работы связанные с металлообработкой, восстановлением и изготовлением быстроизнашивающихся деталей оборудования, производятся в центральной ремонтно-механической мастерской. Она находится на расстоянии 30 км от фабрики ЗИФ-4.

Это обуславливается следующим:

- отсутствием на ЗИФ-4 ремонтной мастерской, что снижает оперативность восстановления оборудования;

- отсутствием квалифицированного персонала;

- недостаточной механизацией ремонтных работ;

В связи с вышесказанным увеличивается время восстановления работоспособного состояния оборудования, что влечет за собой увеличение внеплановых простоев, а также к повышению стоимости ремонтных работ.

В 2015году в следствии модернизации разгрузочной решетки мельницы ММПС 70х52 (увеличение щели разгрузочных решеток от 25 мм до 40мм), также увеличение диаметра горловины загрузочного устройства привело к увеличению производительности мельницы с 440-460т/час до 490-500т/ч. Данная модернизация наложила дополнительную нагрузку на зубья приводного вала-шестерни и привело к увеличению изнашиваемость вылив-ной воронки и бутары мельницы.

Неудовлетворительное обеспечение современными износостойкими материалами приводит к частым простоям вспомогательного оборудования, что в свою очередь резко снижает коэффициент использования оборудования.

В настоящее время течки перепада руды с дробилки ДШЗ 1000/320У на конвейер поз. 13 и с конвейера поз. 13 на отвалообразователь ОРС поз. 14 футерованы б/у футеровкой от мельницы ММПС 70х52 и МШЦ 55х75. Это конечно экономить средства на покупку новой футеровки. Однако указанные б/у футеровки очень быстро изнашиваются.

На ЗИФ-4 более 70% пульпопроводов смонтированы из металлической трубы, которые плохо работает на абразивный износ. Срок ходимости данных труб от 3 месяцев до 6 месяцев в зависимости от крупности и формы фракции транспортируемого материала и содержание песка в пульпе.

На ЗИФ-4 100% труб оборотной воды из стали стенки, которой гипсуются из-за высокого содержания в оборотной воде извести. Это приводит к уменьшению сечения водопровода и к дальнейшему закупориванию.

Ежемесячная трудоемкость потраченная на восстановление пульпопроводов и зачистку трубопроводов известкового молочка и оборотной воды приблизительно составляет около 200ч/час не имея ввиду полную замену пульпопроводов.

После реорганизации ЦРТО, в июне текущего года, работы связанные с техническим обслуживанием основного (сложного) технологического оборудования возложены на механическую службу ЗИФ-4.

В результате реорганизации на базе ЦРТО был создан участок по текущим и капитальным ремонтам основного технологического оборудования с повышением заработной платы работникам. Из-за повышении заработной платы данного участка 4 высококвалифицированных работников из механической службы перешли в ЦРТО.

Данный факт отрицательно повлиял на качество и оперативность выполнения работ персоналом механической службы ЗИФ-4, а также выросло количество несчастных случаев связанных с выполнением работ по ремонту основного технологического оборудования.

Отдаленность местонахождения фабрики ЗИФ-4, а также «распутицы» (плохой дороги в весенне-осенное время года) часто приводит к дефициту запасных частей оборудования. Это приводит к использованию самодельных запасных частей, что резко снижает ресурс насосного оборудования. Также иногда ОАО «Полюслогистика» не успевает поставлять необходимое количество нужных деталей к капитальному ремонту основного технологического оборудования, что приводит к срыву сроков графика капитального ремонта.

Создание инструментальной мастерской улучшило контроль и учет за использованием инструмента. Необходимо создать такой же инструментальной мастерской на Олимпиадинской золотоизвлекательной фабрике (далее ОЗИФ). Также необходимо обеспечить созданную инструментальную мастерскую полным комплектом слесарного инструмента и средствами малой механизации для выполнения ремонтных работ любой сложности.

На сегодняшний день капитальный ремонт насосного оборудования проводится в производственных условиях, то есть в отделениях разными неопытными работниками механической службы ЗИФ-4. Восстановленные насосы не возможно обкатать после капитального ремонта из-за отсутствия стенда испытания.

Для диагностики работы оборудования в данный момент механиками ЗИФ-4 используются ультразвуковые толщиномеры.

Отсутствие у специалистов механической службы ЗИФ-4 современных приборов диагностики, такие как тепловизор и т.д. приводит к внеплановым остановкам оборудования.

Материальная заинтересованность ремонтного персонала имеет не последнюю роль в оперативности и качестве выполнения ремонтных работ. Сейчас на фабрике работники механической службы получают при равных условиях низкую премию чем работники технологической службы. Также необходимо указать, что премирование ремонтного персонала проводится по коэффициенту технической готовности (далее КТГ) по всем четырем фабрикам УЗИФ. При не выполнении ремонтниками одной из фабрик КТГ остальные тоже не премируется.

В настоящее время работниками службы эксплуатации технологического оборудования не выполняются мелкие слесарные работы (смазка оборудования, набивка сальникового уплотнения на запорно-регулирующих арматурах и на насосах и т.д.). Эти мелкие слесарные работы отнимают время у квалифицированного ремонтного персонала, что в свое время приводит к дефициту времени у дежурного ремонтного персонала.

Механическая служба ЗИФ-4 вместе с ЦРТО выполняют работы по восстановлению работоспособности технологического оборудования фабрики. То есть по разделу границ ЦРТО выполняет только текущие и капитальные ремонты основного технологического оборудования, а механическая служба выполняет техническое обслуживание основного технологического оборудования, а также все виды ремонта вспомогательного оборудования.

Из многих литературных источников известно, что эффективность использования машин и оборудования определяется не только на этапе их эксплуатации по прямому назначению, но и в последующий период вторичного использования - рециклинга.

Целью рециклинга является возвращение исчерпавших ресурс машин и их компонентов к новому жизненному циклу либо в обновленном (восста-

новленном) виде, либо в каком-то ином преобразованном виде с новыми потребительскими свойствами.

После исчерпания ресурса машины процесс рециклинга включает диагностику машины и дефектацию ее деталей; их восстановление и последующим использованием в конвертированных и модернизированных машинах и агрегатах; утилизация невосстанавливаемых деталей. Кроме того, изначально по международному стандарту рециклинг включал конструирование машин и расчетом дальнейшего повторного использование их деталей.

Направление рециклинга для каждой машины и оборудования определяют по результатам диагностической экспертизы, большую роль в которой играют возможности средств и методов контроля. Кроме того при отбраковки деталей могут иметь значение технологические возможности конкретного предприятия, поэтому могут быть отбракованы детали и с исправимыми дефектами, если отсутствуют возможности их восстановления.

Методы технической диагностики и средств дефектации деталей разнообразны, их развитие направлено главным образом на повышение доли активного и неразрушающего контроля. Применение эндоскопии для визуального осмотра в сочетании с другими методами неразрушающего контроля (ультразвуковыми, токовихревыми, виброметрическими, акустическими и тепловизионными) позволяет идентифицировать дефекты особенно эффективно для крупногабаритных, тяжелых агрегатах. Для роторного оборудования, являющегося основой подавляющего числа производств, системы виброиагностики выполняют функции непрерывного сбора данных и позволяют в режиме реального времени отслеживать состояние оборудования.

Восстановление деталей с эксплуатационными дефектами - важный этап рециклинга, так как известно, что, например, у автотранспортных средств, (у оборудования обогатительных фабрик этот процент отличается от автотранспорта, но не сильно), поступающих в капитальный ремонт, 60% можно восстановить, 20% пригодны для дальнейшей работы без восстановления и только 20% подлежат выбраковке и утилизации.

Восстановление деталей обходится дешевле изготовления новых, а прогресс в технологиях восстановления в последние десятилетия привел к тому, что восстановленные детали работают не только не хуже, но часто даже лучше новых.

Это стало основанием для принятия в 2002 году Международным институтом стандартизации "Индустриального кодекса рециклинга" в виде стандарта ISO 22628-2002. Согласно ему, все изношенные детали подлежат восстановлению и повторному употреблению по прямому или альтернативному назначению.

В настоящее время способов восстановления и упрочнения деталей машин насчитывается более 100 наименований. Наиболее применение находят способы компенсации утраченного объема методом нанесения покрытий наплавкой. В условиях АО ПОЛЮС данный метод тоже очень широко используется. Также используется методы восстановления поверхности изношенной детали с помощью напыления и химического осаждения

Наплавка (чаще всего дуговая) является эффективным средством не только восстановления, но и упрочнения рабочих поверхностей. Главенствующему положению наплавки способствует то, что установки для нее - различные наплавочные головки, крепящиеся на токарном станке или имеющие собственные вращатели, - могут удовлетворить практически любые запросы по восстановлению изношенных деталей. Большие возможности получения широкого диапазона свойств покрытий обеспечивают способы компенсации утраченного объема газотермическим напылением. Особенно большое распространение для восстановления размеров и устранения локальных дефектов деталей находит способ холодного газодинамического напыления.

При восстановлении работоспособности машины или оборудования как части процесса рециклинга возможна замена дефектных узлов и деталей на новые или замена изношенной детали на восстановленную.

Если восстановление работоспособности машины с заменой частей преследует цель использования машины по новому функциональному назначению, то это называется конверсия.

А изменение конструкции машины и оборудования с заменой частей, ведущее к расширению технических возможностей (в частности повышение производительности у мельниц мокрого полусамоизмельчения ММПС 70х52 на ЗИФ-4 путем увеличения размера щели в разгрузочной решетки с 25мм на 40мм) и улучшение потребительских свойств, обычно называют модернизацией.

В нашем предприятии часто используется именно модернизация машин и оборудования.

В зависимости от технической направленности модернизация подразделяется на следующие виды:

- общетехническая модернизация;
- эргономическая модернизация;
- технологическая модернизация;
- ремонтная и монтажная модернизация.

Общетехническая модернизация оборудования или машин чаще используется в машиностроении. Например, универсальные станки модернизируют за счет интерактивной компьютерной системы управления, образуя новый тип автоматизированной человеко-машинной системы.

Эргономическая модернизация технологического оборудования приводит к обеспечению безопасной эксплуатации, экологической и санитарно-производственной безопасности.

Технологическая модернизация включает оснащение оборудования дополнительными механизмами или устройствами для обеспечения нужных технологических возможностей оборудования (в случае с нашими мельницами полусамоизмельчения - это изменение конструкции разгрузочных решеток, что привело к увеличению пропускной способности, то есть производительности самих мельниц).

Но данный вид модернизации оборудования накладывает дополнительную нагрузку на другие детали той же мельницы (привод, загрузочная и разгрузочная цапфы, бутара и т.д.). Напрашивается усиление подшипниковых узлов приводного вал-шестерни мельницы ММПС 70х52.

Ремонтный вид модернизации включает мероприятие по повышению ремонтопригодности (свойство оборудования и машины, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонтов) улучшению систем смазки (использование автоматической системы смазки на тех же мельницах или концентраторах КНЕЛСОН) и применение более износостойких материалов (полимеры, износостойкая резина или резинокерамика и т.д.)

Монтажный вид модернизации обусловлен необходимостью совершенствования работ по доставке до места эксплуатации и монтажу оборудования (разделение крупногабаритных деталей оборудования на транспортабельные части).

Рассматривая вышеизложенное можно сделать следующий вывод:

Восстановление (рециклинг) особенно крупногабаритных и металлоемких машин и оборудования всегда лучше, чем приобретение новых.

Это обусловлено следующими достоинствами рециклинга:

- рециклинг экономически выгоднее (мы не платим за новое оборудование, а восстанавливаем отдельные детали вышедшие из строя),

- новые прогрессивные методы восстановления изношенной поверхности деталей часто более качественны, чем те же поверхности на новых деталях.

- при рециклинге можем заодно произвести модернизацию для улучшения технологических показателей оборудования;

- при рециклинге можно вторично использовать не по прямому назначению вышедшие из строя детали оборудования (использование б/у футеровки барабана мельницы в бункерах и течках перепада руды на конвейерах и т.д.);

- при рециклинге происходит экономически и экологически приемлемая утилизация состоящее из переработки неметаллических материалов и эксплуатационных технических жидкостей (в нашим случае мы сдаем отработанное масло от системы смазки мельниц, которое не подлежит сепарации в виде горючего материала).

Также хочу заметить, что по графику кривого износа видно, что при первые дни эксплуатации оборудования происходит повышенный износ трущихся поверхностей деталей. При рециклинге мы можем уменьшить скорость износа указанных поверхностей путем упрочнения этих же трущихся поверхностей.

Основным видом ремонта, при котором работоспособность машин и оборудования восстанавливается почти полностью это капитальный ремонт.

Наиболее часто встречаются и используются показатели экономической эффективности капитального ремонта (КР) оборудования. Эффективность капитального ремонта обеспечивается при условии, если затраты на его осуществление и прирост затрат на эксплуатацию в предстоящем периоде будут меньше, чем расходы на приобретение и установку нового вида оборудования, и если надежность технико-экономических параметров и его эксплуатационных свойств будет сохранена в течении нормативного срока службы.

Исследования показывают, что для каждого ремонтного цикла (период между капитальными ремонтами) характерна своя динамика и уровень затрат на текущий ремонт. Как бы качественно не проводился цикловой капитальный ремонт, он, тем не менее, не может превратить побывавшие в эксплуатации оборудование в новое, т.е. полностью устранить накопленный износ.

В результате, наблюдается тенденция возрастания себестоимости КР с увеличением их порядкового номера. Себестоимость первого КР определяется приблизительно на 28% цены новой машины, второго - около 52%, третьего- 55%. Но при этом современные методы ремонта позволяют восстановить машину так, что она проработает с полной отдачей не меньше 70% до ре-

монтного периода. Если вторично отремонтировать машину, то сроки ее эксплуатации можно продлить еще наполовину. Третий ремонт дает продление работоспособности машины еще на 40%. По мере увеличения срока службы машин и оборудования не только возрастает себестоимость КР, но и сокращается продолжительность ремонтных циклов.

Так, например, по сравнению с первым КР затраты на проведение второго возрастает на 5-10%, третьего- на 10-20% и четвертого - на 20-25%.

В общем случае величина циклов сокращается, затраты на последующий КР с увеличением числа циклов возрастают.

При этом коэффициент использования оборудования снижается с увеличением срока службы оборудования.

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что с увеличением срока службы машин и оборудования существенно возрастают затраты на их КР. Поэтому для правильного определения затрат на КР, в зависимости от срока службы оборудования или величины ремонтного цикла, нецелесообразно применять неизменную среднюю нормативную себестоимость капитального и среднего ремонтов, обычно рекомендуемую системой ППР. Сметная стоимость 1 КРС должна уточняться по данным предприятия после проведения первого КР и корректироваться на Ксj, учитывающий возрастание затрат на проведение последующих плановых ремонтов. Ксj укрупненно можно принять равным: Кс2=1.05-1.1; Кс3=1.15-1,2; Кс4=1,2-1,25.

Допустимые (нормативные) затраты на КР и текущие ремонты оборудования устанавливаются в зависимости от типа, ремонтной сложности, степени физического и морального износа, возраста, загрузки оборудования и т.д. Необходимо учесть множество факторов, влияющих на допустимый предел затрат, действующих в противоположных направлениях и зачастую трудно поддающихся учету и расчетному обоснованию: степень физического и морального износа, увеличение затрат на ТО и ремонт с возрастанием срока службы оборудования, балансовая и остаточная стоимость, амортизационные сроки службы, длительность ремонтного цикла и т.д.

Целесообразно устанавливать допустимые затраты на плановые ремонты , проводимые за счет норматива затрат на ремонт основных фондов (Нроф), исходя из удельного веса затрат на капитальный и текущий ремонты в затратах на техническое обслуживание и ремонт группы оборудования по системе ТОиР, структуры и длительности ремонтного цикла, балансовой стоимости оборудования, изменения цен на материалы, полуфабрикаты и комплектующие изделия.

Таким образом, повышение эксплуатационной надежности горно-металлургических машин за счет модернизации и оптимизации систем технического обслуживания и ремонта с учетом вышеизложенного возможно путем:

- максимально широкого внедрения в технологии ремонта и восстановления горно-металлургических машин и оборудования - рециклинга;

- проведения капитальных ремонтов. Количество, которых и их эффективность следует подтверждать технико-экономическими расчетами;

- постоянного повышения квалификации ремонтного персонала;

- внедрения в ремонтную службу современных высокоэффективных технологии ремонта и восстановления узлов и деталей машин и оборудования;

- обеспечения современными станками и ремонтным оборудованием для механизации операции ремонтных технологии (включая качественные инструменты и средства малой механизации и достаточным количеством современным и качественным инструментом и средствами механизации;

- достаточного обеспечения качественными запасными частями, материалами высокого качества;

-своевременной подготовкой материально-технического обеспечения средств механизации и технической документацией;

- оптимизация и совершенствование организации труда ремонтного и технологического персонал.

3. Система управления техническим обслуживанием и ремонтом «TPM»

3.1 Описание системы «TPM»

TPM (Total Productive Maintenance) – это стратегия менеджмента, основанная на здравом смысле, использующая качественную эволюцию работников и рабочих мест для достижения положительных результатов.

Цель TPM – максимизация эффективности производственной деятельности за счет построения мощной, основанной на базовом (начиная с рабочих мест) уровне производства системы предотвращения любых потерь в течение всего жизненного цикла оборудования. Такое сочетание позволяет вернуть слову «обслуживание» его изначальный смысл: обслуживать, а не только ремонтировать.

Словосочетание Total Productive Maintenance, или кратко – TPM родилось в 60-е годы XX века в Японии. Не буквально, но точно по смыслу этот термин можно перевести как "обслуживание оборудования, позволяющее обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала".

Совершенствование систему в части процессов обслуживания оборудования наиболее рационально проводить, внедряя принципы системы TPM. Для разработки такой методики необходимо:

- выявить те процессы системы менеджмента качества, которые имеют отношение к ТО оборудования;
- определить набор инструментов и методов для анализа структуры потерь;
- анализируя выделенные процессы, найти их системные недостатки для формирования структуры потерь при использовании оборудования;
- разработать методику, направленную на совершенствование производства, снижение потерь при использовании оборудования и обеспечение качества продукции, выполнение работ, оказание услуг в сфере обслужива-

ния оборудования с использованием современных методов менеджмента и принципов TPM.

Для эффективной реализации процессного подхода при создании или улучшении системы обслуживания и ремонта оборудования с использованием принципов TPM необходимо иметь четкое представление о совокупности процессов, действующих в организации, их назначении и роли, что позволяет определить процессы, имеющие отношение к техническому обслуживанию оборудования (рис. 3)

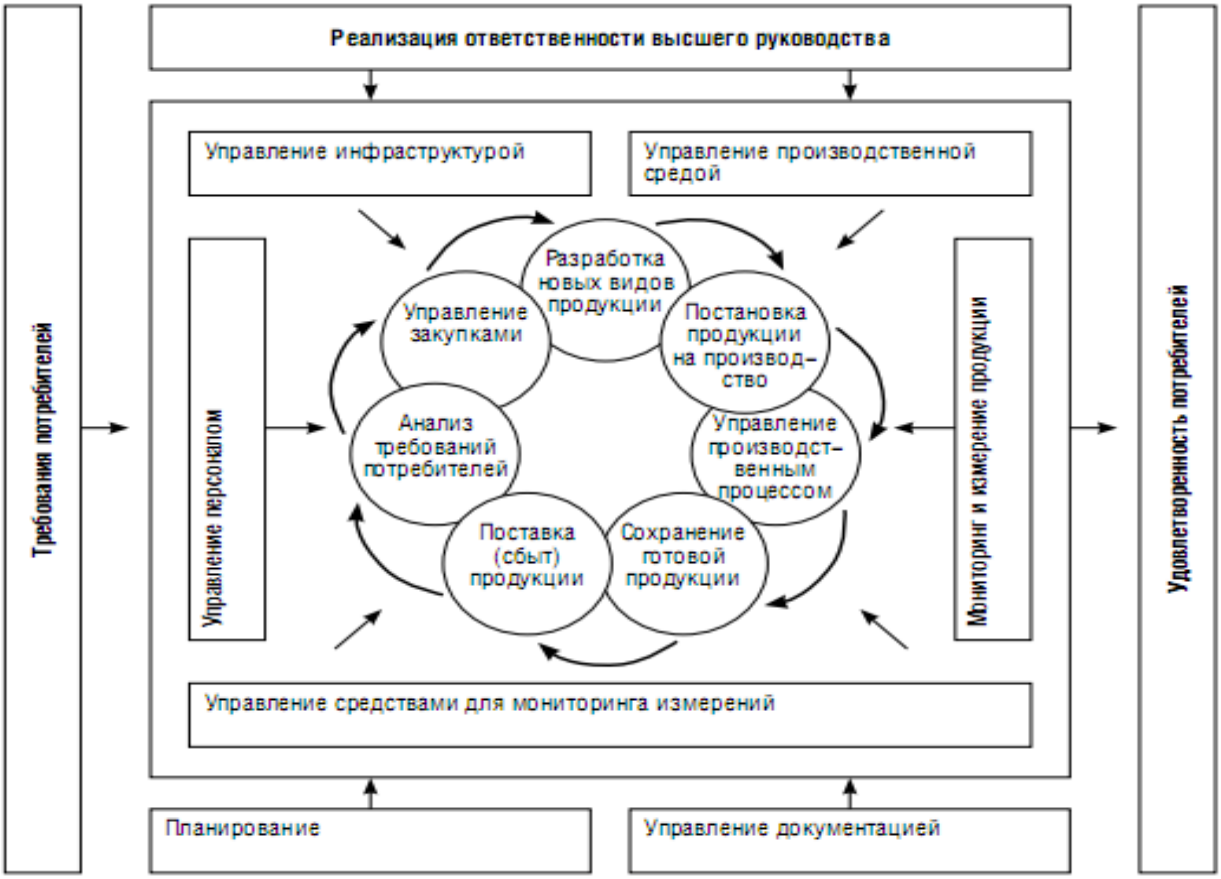

Рисунок 3 – Схема процессов технического обслуживания оборудования

3.2 Улучшение работы промышленного оборудования путем развертывания проекта TPM

Развертывание проекта TPM – набор методов, позволяющих поддерживать оборудование в работоспособном состоянии.

Под понятием "оборудование" в Японии понимаются все основные фонды предприятия. На рубеже 40-50-х годов в японских компаниях бы-

ла широко распространена американская система профилактического обслуживания оборудования, подразумевавшая четкое разделение труда между:

1. операторами, использующими оборудование;
2. специалистами, осуществляющими техническое обслуживание оборудования.

Однако в этот период в Японии начала формироваться собственная оригинальная концепция обеспечения качества, согласно которой ставку следует делать не на контроль качества извне, а на создание высокого качества непосредственно в процессе работы. *Операторам было вменено в обязанность не только использовать оборудование, но и осуществлять его текущее обслуживание*.

Эффективность системы ТРМ получила международное признание. ТРМ получила распространение в отраслях, где состояние оборудования оказывает решающее влияние на уровень производительности, качества, травматизма, загрязнения окружающей среды. ТРМ охватила собой не только производственные, но и конструкторские, коммерческие, управленческие и другие подразделения, то есть стала общефирменной системой.

Опыт внедрения системы ТРМ в российских условиях пока имеет единичные примеры, о которых к тому же очень мало известно.

Цель внедрения ТРМ – достичь предельной и комплексной эффективности производственной системы. Получить максимально возможный результат (при минимальном использовании ресурсов: человеческих, материальных, финансовых) в отношении:

- объема производства;
- качества продукции;
- себестоимости;
- сроков поставок;
- безопасности рабочих мест;
- инициативы персонала.

Качественное улучшение состояния предприятия достигается при TPM за счет согласованного изменения двух факторов:

1. ***развития профессиональных навыков:***

- операторы должны уметь самостоятельно обслуживать оборудование;
- "работники поддержания" (механики и т.д.) – непрерывно поддерживать работоспособность технологичного оборудования;

2. ***усовершенствования оборудования:***

- повышения эффективности использования оборудования за счет его непрерывного улучшения.

TPM предполагает повышение эффективности производственной системы за счет полной ликвидации всех потерь, препятствующих повышению эффективности как работы человека, так и использования оборудования.

Внедрение TPM позволит:

- повысить время работы оборудования;
- снизить затраты на ремонт оборудования и закупку запчастей;
- сократить затраты времени на переналадку лимитирующего оборудования;
- уменьшить аварийность и производственный травматизм.

Освоение системы TPM требует немалых усилий и длительного времени, поскольку предполагает коренное изменение психологии работников предприятия.

Однако, как показывает опыт организаций, внедривших у себя эту систему, результаты именно такого рода перемен и составляют сегодня одно из главных конкурентных преимуществ на мировом рынке.

Полученный опыт не только дает практический результат в виде повышения эффективности работы оборудования, но и позволяет убедиться в правильности теоретических положений системы, а также про-

думать практику внедрения, разработать план внедрения ТРМ и план мероприятий по его реализации.

Пути достижения намеченных целей посредством управления причинами их возникновения

Безопасная и эффективная эксплуатация оборудования при минимальных затратах на его техническое обслуживание и ремонт может быть обеспечена только на основе оценки надежности оборудования на всех этапах жизненного цикла.

Надежность представляет собой понятие, связанное, прежде всего с техникой. Его можно трактовать как безотказность, способность выполнять определенную задачу или как вероятность выполнения определенной функции или функции в течение определенного момента времени в определенных условиях.

Общему понятию надежности противостоит понятие "собственно надежность образца оборудования", которая представляет собой вероятность безотказной работы в соответствии с заданными техническими условиями при установленных проверочных испытаниях в течение требуемого промежутка времени.

В технике применяется понятие "удовлетворительное выполнение". Точное определение этого понятия связано с определением его противоположности "неудовлетворительного выполнения" или "отказа". Под отказом понимают появления первых признаков неправильной работы или неполадки в работе оборудования. Каждый отказ характеризуется временем его возникновения. ***Отказ*** – событие, заключающееся в полной или частичной утрате изделием (оборудованием) его работоспособности.

В период эксплуатации оборудования производится сбор информации об отказах оборудования. Для предвидения отказов в будущем необходимы фактические данные о частоте отказов за время использования оборудования по назначению.

Особое значение расчеты надежности имеют для обоснования нормативов технического обслуживания и ремонта, расхода запасных частей и решения других эксплуатационных задач.

В частности, расчетно-экспериментальные исследования приходится выполнять для определения и устранения причин отказов деталей и узлов оборудования. Без предварительного анализа надежности оборудования трудно решить проблему выбора средств и методов технической диагностики.

В основе любой модели повреждения лежит понятие ресурса. ***Ресурс*** – это наработка от начала эксплуатации до достижения предельного состояния. Поэтому ресурс можно определить по точке пересечения кривой изменения технического состояния объекта с линией его предельного состояния. При этом необходимо учитывать рассеивание исследуемых параметров.

3.3 Мировой опыт системы организации ремонтных работ дробильно-измельчительного оборудования

В передовых промышленно развитых странах система организации ремонтно-профилактических работ называется несколько иначе, а именно:

- ***система обслуживания*** – в Европе, Канаде и др.;
- ***система сохранения*** – в Японии, Южной Корее.

В основном на предприятиях нет специальных подразделений по ремонту, например, отделов главного механика, главного энергетика и др.. Такие службы возглавляет на основе принципа единоначалия технический руководитель фирмы по оборудованию, а работами руководят непосредственно мастера.

Порядок выполнения и содержание работ по техническому обслуживанию и ремонту разрабатывается заводами – изготовителями оборудования. Этот порядок определяется в инструкциях по эксплуатации соответствующих станков и неукоснительно выполняется на производственных предприятиях.

Существенная особенность ремонтного производства заключается в том, что практически не применяется ремонт с полной разборкой оборудования. Как текущий, так и капитальный ремонты выполняются путем замены пришедших в негодность агрегатов, узлов и деталей на годные заводского изготовления. Ремонтно-механические цеха по изготовлению и восстановлению деталей отсутствуют.

На предприятиях США

В США существует система планово-предупредительного обслуживания основных фондов, которая предусматривает содержание основных фондов в работоспособном состоянии путем замены любого сменного элемента, если есть опасность выхода оборудования из строя. Как правило, в горно-обогатительных предприятиях США планово-предупредительным ремонтом охватывается не все оборудование, а только наиболее важное для производства, высокопроизводительное, загруженное.

При этом *область применения планово-предупредительного ремонта на предприятиях непостоянна, а подвержена изменениям, вызванным главным образом изменениями в загрузке оборудования.* Перечень оборудования, подлежащего планово-предупредительному ремонту, на предприятиях периодически пересматривается и уточняется с учетом перемен, происходящих в загрузке отдельных станков и в их значении для производства.

Оборудование, имеющее дублеров, не полностью использующееся и не играющее важной роли в производственном процессе, охватывать планово-предупредительные ремонтом считается экономически невыгодным. Ремонт такого оборудования производится по мере необходимости, по заявкам цехов. На некоторых предприятиях для малозагруженных оборудований, не являющихся узким местом в производстве, считают наиболее экономически выгодным следующий простой способ поддержания их работоспособности и технического состояния: к группам таких оборудований прикрепляют высококвалифицированных ремонтных рабочих, которые раз

в неделю осматривают их, выясняют их состояние у станочников и устраняют обнаруженные дефекты.

Применяющаяся на большинстве предприятий США для ведущего оборудования система ППР, получившая название системы планово-предупредительного обслуживания, предусматривает выполнение в заранее установленные сроки комплекса работ, соответствующего нашему текущему (малому) ремонту и осмотру, т.е. складывающегося из необходимых ремонтных работ и приуроченных к этому времени работ по техническому обслуживанию. Эти работы выполняются в объеме, исключающем выход оборудования из строя в течение достаточно длительного времени. *Планово-предупредительного капитального ремонта система не предусматривает. Этот вид ремонта производят по мере необходимости.*

Система не содержит каких-либо типовых нормативов длительности периодов, через которые должно выполняться плановое обслуживание и ремонт или, по нашей терминологии, длительности межремонтных периодов. Они устанавливаются на предприятиях индивидуально для каждой единицы оборудования на основе анализа статистических данных об отказах и ремонтах или назначаются мастером исходя из рекомендаций фирмы изготовителя, производственных соображений (точность обработки, значимость для предприятия и т. п.) и опыта работы с аналогичным оборудованием, как, например, на предприятии «McDonnell Aircraft Corporation».

Но на отдельных предприятиях для некоторого оборудования существуют регламентированные периоды ремонта и обслуживания. Так, на предприятиях одной из американских компаний было принято все шлифовальные станки подвергаются осмотру один раз в девять месяцев, при котором пришабривались направляющие, а токарные автоматы и бесцентровые станки, работающие в три смены на точных работах, проходили профилактический осмотр, при котором заменялись изношенные детали и производилось шабрение направляющих, один раз в год. На предприятиях

той же компании, на участках, выпускающих продукцию высокой точности, у внутришлифовальных станков один раз в полгода производилась замена шпинделей, шабрение направляющих и выполнялись другие необходимые работы.

При назначении длительности периодов, через которые должно производиться ремонта и обслуживание, исходят из допустимости выполнения части ремонтных работ в неплановом порядке. *Допускаемые соотношения между объемами плановых и неплановых (включая аварийные) работ зависят от степени важности оборудования для производства и его загруженности.* Некоторые предприятия считают экономически оправданными неплановые ремонтные работы в объеме 40% и даже больше от общего объема работ по ремонту и обслуживанию оборудования. Но на отдельных заводах массового производства они составляют около 10%.

Календарные графики планового ремонта и обслуживания оборудования на ряде предприятий разрабатываются не на основе принятых межремонтных периодов, а на основе статистических данных за прошлые годы и осмотров оборудования. При составлении графиков сроки выполнения работ приурочиваются, по возможности, ко времени наименьшей загрузки оборудования.

Система не предусматривает и определенных объемов планового ремонта и обслуживания. В результате отсутствия таких нормативов определение потребности оборудования в работах по ремонту и техническому обслуживанию базируется в основном на статистических данных за предыдущие периоды, а нормирование ремонтных работ производится на основе поэлементных норм.

Достаточно высокая эффективность применения такой организации ремонта оборудования на заводах США достигается благодаря хорошо поставленному учету выполнения ремонтных работ, широкому использованию электронно-вычислительной техники для анализа статистических данных, планирования и выдачи нарядов на ремонтные работы, хорошо

организованной диспетчерской службе, возможности быстрого получения запасных частей, необходимых для ремонта, высокой квалификации ремонтного персонала и выполнения основной части ремонтных работ в выходные дни и в третью смену.

В дальнейшем в США на ряде предприятий стали применять регламентированные межремонтные периоды в виде контрольных сроков выполнения ремонтов с допускаемыми от них отклонениями.

Они устанавливаются на основе анализа и обработки статистических данных об отказах оборудования и о повторяющихся ремонтных работах, а также исходя из сроков службы деталей.

Каждый ремонт, выполненный вне этих контрольных сроков, подвергается специальному анализу.

В США постоянно велись и ведутся исследовательские работы, целью которых является создать основу для разработки научно обоснованных программ планово-предупредительного ремонта и обслуживания. В них используются общие положения теории вероятности, в частности, теории массового обслуживания, а также результаты анализа затрат, связанных с ремонтом и обслуживанием оборудования. Большинство этих работ предусматривает установление межремонтных периодов исходя из распределения частоты отказов оборудования.

Предприятия-изготовители резервируют до 25 % своих производственных мощностей с целью своевременного обеспечения возможности восстановления оборудования путем замены отдельных агрегатов, узлов и деталей. В США изготовление запасных частей поощряется тем, что их разрешается продавать на 20–25 % дороже, чем в виде собранного оборудования. В США доля выполнения ремонтных работ силами специализированных ремонтных фирм не превышает 10% всего объема ремонтов в стране. Преимущественно это наладка, испытания, модернизация, сложные регулировочные работы.

На предприятиях Японии и Южной Кореи

В таких странах как Япония и Южная Корея читается, что для значительного увеличения прибыли от эксплуатации оборудования необходимо, чтобы ремонт и восстановление оборудования носило ***ритмичный характер***. В японской системе обеспечения сохранности оборудования заложен следующий принцип: все работы по замене агрегатов, узлов и деталей самой сложной машины по возможности следует производить на месте ее установки силами собственного специально подготовленного персонала.

Система всеобщего ухода за оборудованием ТРМ была разработана в начале 70-х годов в Японии, в рамках производственной системы фирмы «Toyota». Необходимость в создании такой системы возникла из-за огромных потерь, вызываемых простоем технологического оборудования.

Начиная с 80-годов ТРМ была успешно внедрена во многих японских компаниях, компаниях США и Западной Европы. В последние годы систему ТРМ начали внедрять ряд российских компаний.

3.4. Совершенствование системы управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования

Одной из важнейших проблем при планировании ремонтов оборудования является определение оптимального периода его эксплуатации. Чем больше период эксплуатации оборудования, тем меньше затраты на амортизацию и больше текущие затраты на ремонт и содержание оборудования.

При этом кривая суммарных затрат имеет характерный минимум, который определяет период эксплуатации, соответствующий сроку службы оборудования. Период эксплуатации, соответствующий этому минимуму и будет являться оптимальным.

Особенностью данной модели является возможность определения «коридора» до и после оптимального срока полезного использования оборудования, в котором целесообразно использовать данный объект и разработать направления его обновления.

В отличие от других моделей, информация о превышении затрат на капитальный ремонт годовой суммы амортизации позволяет руководству иметь данные о необходимости обновления или вывода из эксплуатации агрегата и использовать *алгоритм выбора варианта направлений воспроизводства металлургического оборудования с учетом ограничивающих факторов.*

Существенным отличием предлагаемых алгоритмов планирования ремонтов оборудования является определение и учет приоритетности мероприятий по ТОиР. Максимально приоритетными являются мероприятия, невыполнение которых приведет к максимальным потерям или остановке (авариям) основного производства и, как следствие, к большому выходу брака.

Алгоритм выбора затрат на воспроизводство должен обеспечивать минимум затрат на полное и частичное восстановление оборудования с учетом наличия материальных, трудовых, финансовых ресурсов предприятия и уровня конкуренции в отрасли; осуществлять поиск эффективного способа управления затратами на воспроизводство машин, при котором частичное и полное возмещение износа оборудования происходило бы своевременно и с минимальной упущенной выгодой для предприятия.

Разработка варианта обновления агрегатов сводится к выбору одного из двух возможных путей финансирования воспроизводства:

- при отсутствии или недостатке источников финансирования на расширенное воспроизводство эксплуатируемых объектов покупка нового оборудования откладывается и продолжается их ремонт и содержание;
- при наличии достаточных источников финансирования на расширенное воспроизводство металлургических агрегатов выполняется усовершенствование существующих объектов за счет инвестиций на обновление либо на приобретение нового оборудования.

Механизм принятия решения по вышеназванной стратегии, как правило, состоит их трех этапов. На основании технической информации (срок службы оборудования, нагрузочные режимы, результаты испытаний и диагностики) определяются узкие места, простой которых приведет к максималь-

ным потерям выпуска продукции и прибыли, разрабатываются несколько вариантов ТОиР данных агрегатов, оценивается возможная реализация и технические показатели каждого из них.

На втором этапе технические специалисты прогнозируют остаточный ресурс, а экономисты рассчитывают соответствие упущенной выгоды и затрат, необходимых для проведения ТОиР в течение расчетного срока службы. По итогам второго уровня выбираются варианты мероприятий по выполнению ТОиР с учетом состояния агрегатов.

На третьем, высшем уровне, менеджеры на основании механизма управления рисками и с учетом экономической ситуации и выделенных ресурсов, выбирают оптимальный вариант и принимают окончательное решение.

Это решение может основываться на следующих вариантах воспроизводства оборудования:

- продолжать эксплуатацию или менять оборудование на новое;
- проводить диагностику или формировать систему мониторинга;
- выполнять какие виды ремонта оборудования и в каком объеме.

Таким образом, планирование затрат на ТОиР должно осуществляться на основе прогноза, который корректируют с учетом управления рисками.

3.5 Повышение производственной эффективности ремонтной службы предприятия

Отсутствие взвешенного подхода многих предприятий к проведению технического обслуживания и ремонтов, нередко проявляющегося лишь в устранении мелких поломок и неисправностей, приводит в итоге к снижению стабильности производственного процесса из-за увеличения времени незапланированных простоев, к удорожанию ремонта и падению производственной эффективности. Ремонтная служба промышленного предприятия, осуществляя свою деятельность, одновременно решает две задачи:

1) поддержание оборудования в работоспособном состоянии;

2) повышение культуры эксплуатации, ухода и текущего обслуживания, что способствует совершенствованию организации труда ремонтных рабочих, снижению трудоемкости и стоимости ремонтных работ, повышению их качества.

Тем самым создаются благоприятные условия для паспортизации, аттестации и модернизации оборудования.

Поскольку ключевой задачей ремонтной службы предприятия является поддержание оборудования в работоспособном состоянии, решение проблемы видится в применении подхода к ремонту посредством соответствующих стратегий технического обслуживания и ремонтов (ТОиР), учитывающих особенности оборудования. Представим классификацию стратегий технического обслуживания и ремонтов (ТОиР) (рис. 4).

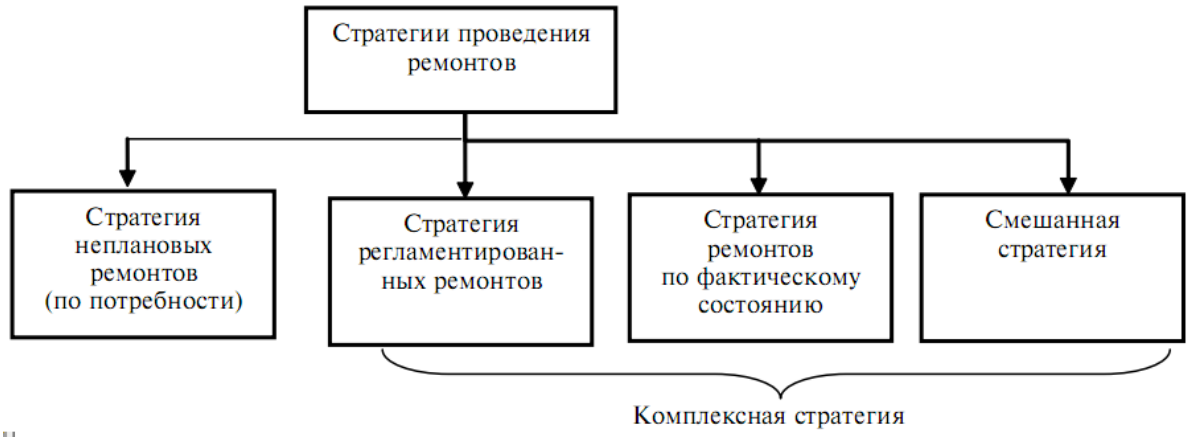

Рисунок 4 – Стратегии проведения ремонтов

Применение той или иной стратегии зависит от специфики технологии производства и вида используемого оборудования. Ремонты по потребности проводятся в случае отказа или повреждения оборудования. Использование данной стратегии ремонтов по потребности позволяет существенно сократить затраты на плановую деятельность, однако при отсутствии планирования ремонтных работ возрастает вероятность возникновения продолжительных простоев, проведения работ в авральном режиме, выхода из строя одновременно нескольких агрегатов.

Эффективность использования оборудования российских металлургических предприятий, по обобщенным оценкам, составляет 55-60 %, тогда как

в развитых странах этот показатель достигает 80-85 %. Одним из показателей, позволяющих оценить эффективность использования производственного оборудования и, как следствие, производственную эффективность ремонтной службы предприятия, является коэффициент использования оборудования во времени (коэффициент использования оборудования – КИО), который определяется отношением фактического количества часов работы оборудования ($Т_{факт}$) к календарному количеству часов его работы ($Т_{кал}$):

$$КИО = Т_{факт} / Т_{кал} \quad 1)$$

Увеличение продолжительности фактического времени работы оборудования является основным фактором, влияющим на рост данного показателя.

Выделяются два основных фактора, влияющих на фактическое число часов работы оборудования:

- сокращение объема и продолжительности ремонтных работ;
- увеличение межремонтного периода работ оборудования.

Выбор стратегии ремонта, соответствующей типу оборудования, по нашему мнению, будет способствовать проведению только необходимых ремонтов, сокращению количества незапланированных простоев и продолжительности ремонтных работ.

Для планирования и организации ремонтов большое значение имеет также длительность межремонтных периодов. Для повышения эффективности работы ремонтной службы необходимо стремиться к увеличению продолжительности ремонтного цикла – наименьшего повторяющегося периода эксплуатации единицы оборудования, в течение которого в определенной последовательности осуществляются установленные виды технического обслуживания и ремонта, предусмотренные нормативной документацией.

4. Организация системы технического обслуживания и ремонта дробильно-измельчительного оборудования орпиор ЗИФ-4 на основе принципов системы ТРМ

Дробильно-измельчительное оборудование ОРПиОР ЗИФ-4 представляет собой наиболее важную часть основных фондов предприятия, их технико-производственный потенциал, поэтому вопросы использования и сохранения работоспособности оборудования должны быть предметом внимания, как руководителей всех звеньев, так и рабочих на предприятии.

Ремонт остаётся важным направлением воспроизводства основных фондов. Поисками рациональных форм и методов технического обслуживания обогатительного оборудования заняты многие предприятия. Система периодических ремонтов, широко используемая в горно-обогатительных предприятиях, нормативная часть которой основана на «Единой системе планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования горно-обогатительных предприятий», подготовленной в 60-70х годах, становится малоприменима в современных условиях.

Это обусловлено появлением нового сложного высокотехнологичного оборудования, для которого проведение ремонтов по заранее разработанным картам, замена определённых деталей и узлов, не выработавших свой ресурс, предусмотренных системой ***планово-предупредительного ремонта (ППР)***, становится нерациональным и экономически необоснованным.

Эффективность работы ремонтного хозяйства ЗИФ-4 имеет значительное влияние на себестоимость выпускаемой продукции, ее качество и производительность труда на предприятии. Дробильно-измельчительное оборудование становится все более наукоемким, производительным и точным. В связи с этим возникает потребность разработки новой системы технического обслуживания и ремонта данного дробильно-измельчительного оборудования.

В процессе эксплуатации дробильно-измельчительного оборудования ОРПиОР ЗИФ-4 отдельные детали, целые узлы и механизмы машин посте-

пенно изнашиваются, правильность взаимодействия их нарушается, и снижается их производительность. По этому наряду с правильной технической эксплуатацией и тщательным уходом за оборудованием необходим систематический его ремонт. Восстановление его работоспособности и эксплуатационных свойств достигается путем ремонта и уходом за оборудованием.

В современных условиях при высоком уровне механизации производственных процессов, производительность труда в промышленности, и качество выпускаемой продукции в большой степени зависят от состояния технологического оборудования, а, следовательно, от организации и техники ремонта.

При неудовлетворительной организации ремонта и низком качестве ремонтных работ, потери в производстве только от простоя оборудования, от неисправности и выполнения ремонтных работ могут существенно сказываться на экономике предприятия. Иногда они достигают 12-15% всех простоев оборудования и 10-25% всех внутрисменных простоев.

Таким образом, в современных условиях ремонт оборудования оказывает большое влияние на экономику предприятия и экономику всего промышленного производства. Сущность ремонта заключается в сохранении и качественном восстановлении работоспособности оборудования путем замены или восстановления изношенных деталей и регулировки механизмов.

В обогатительных предприятиях затраты на ремонт оборудования ежегодно достигают 19-27% его первоначальной стоимости, что соответствует 5-9% себестоимости продукции завода. В результате механизации процессов производства, увеличения парка технологического оборудования и возрастающей его сложности и точности, затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования постоянно увеличиваются. Ремонтное хозяйство создается для того, чтобы обеспечить с минимальными затратами рациональную эксплуатацию его основных производственных фондов. Децентрализация ремонта приводит к параллельности однородных работ и низкому техническому уровню исполнения.

В связи с этим задачи организации ремонта дробильно измельчительного оборудования ОРПиОР ЗИФ-4 становятся наиболее актуальными. *Основной задачей ремонтного хозяйства должна являться обеспечение бесперебойной эксплуатации оборудования при минимальных затратах на ремонт и техническое обслуживание.*

4.1 Применение методологии TPM для повышения эффективности работы дробильно-измельчительного оборудования ОРПиОР ЗИФ-4

В связи с мировым экономическим кризисом в последнее время остро стоит вопрос сокращения производственных издержек и повышения производительности горно-обогатительных предприятий. Поэтому использование существующих и создание новых методик повышения эффективности деятельности является актуальной задачей. При этом получить значительный эффект можно, принимая на вооружение не только существующие методики повышения производительности труда, но также и результаты анализа опыта их применения в различных отраслях промышленности и сервиса.

В горно-обогатительной сфере важной частью процесса организации выпуска продукции является обеспечение эксплуатации оборудования различного назначения. Под обеспечением эксплуатации оборудования подразумевается не только выполнение производственных операций, но еще техническое обслуживание и ремонт оборудования (ТОиР). За последние 100 лет организация ТОиР претерпела ряд эволюционных изменений.

От реактивного ремонта оборудования по факту его отказов был осуществлен переход к ***предупредительному обслуживанию*** (Preventive maintenance), которое можно разделить на следующие основные виды:

- ***плановое обслуживание*** (Planned maintenance), примером которого являются советские отраслевые регламентные методики системы ТОиР;

- ***обслуживание по состоянию*** (Condition-based maintenance);
- ***предупредительное обслуживание*** на основе прогнозных данных (Predictive maintenance).

Осуществление планового регламентного обслуживания после распада СССР стало невыгодным в силу различных причин (усложнения оборудования, сокращения затрат на ТОиР и др.). На смену отраслевым методикам планового ТОиР пришли методы рациональной организации обслуживания, в частности, «обслуживание, основанное на надежности» (Reliability Centered Maintenance, RCM) и другие, характеризующиеся комплексностью применения различных способов организации, в зависимости от обслуживаемого объекта.

Для осуществления ТОиР на горно-обогатительных предприятиях обычно создаются службы главного механика (или инженера) или привлекаются внешние подрядные организации. Как правило, непосредственную эксплуатацию оборудования выполняют операторы, которые с ним работают, а обслуживание и ремонт – специализированные службы. При этом может возникать, по сути, парадоксальная ситуация, когда операторы не отвечают за работоспособность своего оборудования.

Различные способы мотивации, а также технологии бережливого производства (в частности, самой сложной и многоплановой из систем – TPM, Total Productive Maintenance), позволяют заинтересовать оператора в обеспечении максимально эффективной работы вверенного ему оборудования. Более того, *методология TPM – это обслуживание оборудования, позволяющее обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала ОРПиОР ЗИФ-4*.

4.2 Эффективность внедрения технологии ТРМ в ОРПиОР ЗИФ-4

Специалисты ассоциации «Японский институт производительного обслуживания» (JIPM), являющейся производителем методической литературы по ТРМ, выделяют следующие ***основные положения системы ТРМ***:

1. отдельные улучшения для повышения производительности оборудования и инженерных систем;
2. самостоятельное обслуживание оборудования операторами;
3. плановое техническое обслуживание оборудования;
4. обучение и подготовка операторов и ремонтников;
5. управление разработкой и внедрением нового оборудования и нового продукта;
6. система обслуживания, ориентированная на качество;
7. охрана труда и окружающей среды;
8. система повышения эффективности в управленческих и обслуживающих подразделениях.

В силу того, что на пространстве, ранее называвшимся «СССР» и «Российская империя», исторически складывалось общинное хозяйствование, наш менталитет во многом схож с японским. Однако, чтобы «включить» его в сознание современных рабочих или специалистов для того, чтобы система ТРМ начала реально работать на ОРПиОР ЗИФ-4, *необходимо проводить сложный комплекс работ по внедрению технологии ТРМ*, учитывающий особенности, сложившиеся в сознании людей уже в новейшей истории, после распада СССР.

Рассмотрим характеристики и особенности методологии ТРМ. Цель ТРМ – создание такого предприятия, в принципы деятельности которого было бы заложено стремление к предельной эффективности производственной системы (общей эффективности) и постоянно стремится к предельному и комплексному повышению эффективности производственной системы.

Система ТРМ позволит обеспечить наивысшую эффективность работы оборудования. Методология ТРМ призвана повысить эффективность производственной системы в целом.

На ОРПиОР ЗИФ-4, целями ТРМ второго уровня, помимо прочего, будут являться:

- создание механизма предотвращения любых потерь (например, ноль травматизма, ноль брака, ноль аварий и т. д.), объектом которого стал бы весь жизненный цикл производственной системы;
- внедрение системы производительного обслуживания в первую очередь на производстве, а затем, – в службе развития, коммерческой службе, административных подразделениях;
- вовлечение всего персонала компаний – от членов советов директоров до рядовых сотрудников;
- достижение «ноля потерь» командной работой малых групп всего предприятия.

Система ТРМ выполнит следующие задачи на ОРПиОР ЗИФ-4:

1) стремление к самым высоким показателям эффективности работы оборудования;

2) формирование системы производительного технического обслуживания для всего жизненного цикла оборудования;

3) развертывание общего производительного обслуживания оборудования в службах планирования, разработки нового оборудования, главного инженера, производственных подразделениях и других службах;

4) в развертывании системы принимает участие весь персонал компаний – от руководства до рядовых сотрудников;

5) главное мотивационное средство – командная работа на низовых организационно-технологических участках, т.е. работа малых групп.

Достижение цели внедрения ТРМ – предельной и комплексной эффективности производственной системы – связывают с получением максимально возможного результата (в отношении объема производства; каче-

ства продукции; себестоимости; сроков поставок; безопасности рабочих мест и инициативы персонала) при минимальном использовании ресурсов (человеческих, материальных, финансовых).

Качественное улучшение состояния на ОРПиОР ЗИФ-4 будет достигнуто при использовании ТРМ за счет согласованного изменения двух факторов:

- ***Первый*** – профессиональное развитие человека: операторы должны уметь самостоятельно производить ежедневное обслуживание оборудования; «работники поддержания» (механики и др.) – непрерывно поддерживать работоспособность высокотехнологичного оборудования; инженеры – проектировать оборудование, не требующее поддержания и ремонта.
- ***Второй*** – усовершенствование оборудования: повышение эффективности использования имеющегося оборудования за счет его непрерывного улучшения и проектирование нового оборудования с учетом полного жизненного цикла с последующим выводом его в кратчайшие сроки на полную проектную мощность.

Таким образом, применение методологии ТРМ на ОРПиОР ЗИФ-4 должно позволить повысить эффективность производственной системы за счет полной ликвидации всех потерь, препятствующих повышению эффективности как работы человека, так и использования оборудования.

Преимущества применения на ОРПиОР ЗИФ-4 принципов управления качеством:

- высокий уровень морали у всех служащих, признание общих моральных и этических ценностей и руководящих принципов;
- высшие менеджеры и служащие – одна семья, одна команда, форма работы – групповая;
- новый стиль менеджмента, основанный на гуманистической философии, обеспечивающий высокую мотивацию и вовлеченность персонала;
- подход, базирующийся на научном методе;

- ориентация на долговременный успех, видение будущего и правильное целеполагание;
- высокое качество продукции и услуг, непрерывное улучшение качества продукции, услуг, процессов, работы;
- качество как цель №1, ведущая к снижению затрат, сокращению сроков, повышению производительности и, в итоге, – к победе над конкурентами;
- персонал как ценность №1: его знания, творчество, приверженность интересам фирмы стоят больше, чем стоимость недвижимости и техники;
- непрерывное, пожизненное образование всего персонала;
- процессы циркулирования точной и достоверной информации, охватывающей всю компанию;
- системное, процессное и статистическое мышление менеджеров и служащих.

Применение ТРМ на ОРПиОР ЗИФ-4 также позволяет:

- повысить время работы оборудования;
- снизить затраты на ремонт оборудования и закупку запчастей;
- сократить затраты времени на переналадку оборудования;
- уменьшить аварийность и производственный травматизм.

В качестве ярких примеров достигнутых реальных эффектов в результате внедрения системы бережливого производства в компаниях за рубежом и в РФ по различным отраслям, можно указать следующие:

• сокращение производственного цикла;

• экономия даже для одной компании свыше 1 млрд. долларов ежегодно (металлургическая компания Alcoa);

• рост производительности на 40 % (Ярославский шинный завод);

• рост производительности ремонта на50 % (нефтедобывающее оборудование);

• высвобождение ¼ производственных площадей (судостроение).

Внедрение ТРМ на ОРПиОР ЗИФ-4

Каковы же условия применения и алгоритм действий для внедрения методологии ТРМ на ОРПиОР ЗИФ-4? Главным базисом построения ТРМ как программы действий должны иметь следующий набор условий:

- операторы должны хорошо знать стандарт работы оборудования и проверять его работу каждую смену или каждый день;
- персонал технического обслуживания должен тесно сотрудничать с операторами, чтобы иметь возможность обучить их тому, что следует искать и к чему стоит прислушиваться, чтобы обнаружить потенциальные проблемы на ранней стадии;
- планирование времени остановки оборудования для профилактического обслуживания, смазки, очистки и общего осмотра является основой, которую должно обеспечить руководство.

Конкретными методами достижения целей ТРМ на ОРПиОР ЗИФ-4 могут служить:

1) формализация и визуализация целей и задач, сведений о текущей производительности и состоянии оборудования;

2) раннее обнаружение неисправностей, быстрое реагирование на возникновение проблем и поддержание нормального состояния оборудования для предотвращения поломок;

3) обучение и вовлечение персонала в процесс внедрения ТРМ с разъяснением сотрудникам важности и выгод от внедрения ТРМ не только для компании в целом, но и для каждого сотрудника;

4) организация взаимодействия операторов и ремонтников;

5) применение методов повышения степени эффективности производства.

Для повышения степени эффективности использования дробильно-измельчительного оборудования на ОРПиОР ЗИФ-4 должны применяться математические методы оптимизации. Для оценки эффективности производственной системы в ТРМ должны использоваться не локальные пока-

затели, а показатель общей эффективности, отражающий все виды потерь.

В мировой практике применяется коэффициент полной эффективности оборудования (Overall Equipment Effectiveness, OOE), который в общем случае является произведением коэффициента готовности оборудования на показатели производительности и качества.

Формула рассмотрывает метод оптимизации работы оборудования, где в качестве целевой функции предложен комплексный критерий на основе свертки частных показателей эффективности (1):

$$Q=\prod_{i=1}^{n} q_i^{\alpha_i} \qquad 1)$$

где qi –относительные единичные показатели эффективности работы оборудования; n – количество показателей эффективности работы оборудования; α – коэффициенты весомости единичных показателей эффективности работы оборудования; i – порядковый номер показателя эффективности работы оборудования.

Целевая функция должна учитывать основные показатели эффективности работы оборудования (например, коэффициент готовности, производительность в единицу времени, интегральную оценку качества выпускаемой продукции, себестоимость изготовления, затраты на организацию эксплуатации и ремонта и др.) и приоритет каждого единичного показателя.

Алгоритм внедрения ТРМ на ОРПиОР ЗИФ-4:

1. Подготовительная стадия:

- обоснование внедрения ТРМ, постановка четких целей, первоначальное обучение;
- формирование организационной структуры продвижения ТРМ;
- формирование генерального плана внедрения ТРМ.

2. Организационная стадия:

- организация циркуляции информации по отказам оборудования;

- рационализация планирования мероприятий ремонтов и обслуживания оборудования и анализа их проведения;
- установление системы улучшений с участием каждого работника организации в обслуживании и эксплуатации оборудования, а также автономного обслуживания оборудования операторами с помощью «семи шагов».

3. Институциональная (стандартизационная) стадия:

- стандартизация и регламентация всех этапов обслуживания оборудования: уборки, приема смены, мелкого ремонта, стандарт ТО на основе применения статистического технического обслуживания и т. п.;
- визуализация процедур (этапы ТО, чек-листы графиков обслуживания оборудования);
- обучение разработанным стандартам и их корректировка;
- мониторинг, анализ и совершенствование процесса выполнения стандартов, процедур.

Несмотря на явные преимущества от внедрения методологии ТРМ, многие исследователи отмечают, что ее внедрение требует затрат. Мало поддерживать идеи ТРМ на словах, необходимо осваивать новые методы соблюдать дисциплину. *Методология ТРМ не предполагает быстрых побед. Ее освоение требует усилий и времени и коренного изменения психологии работников предприятия.* Однако, как показывает опыт организаций, внедривших у себя эту систему, подобные результаты и составляют сегодня одно из главных конкурентных преимуществ. На рисунках 5 – 9 приведены показатели работы дробильно-измельчительного оборудования ОРПиОР ЗИФ-4. Как следует из приведенной информации, существуют определенные резервы для роста производительности и эффективности работы ОРПиОР ЗИФ-4. Внедрение системы ТРМ позволит устранить потери, качественно и своевременно выполнять необходимые ремонтные работы. Основное содержание системы ТРМ приведено на рис 10.

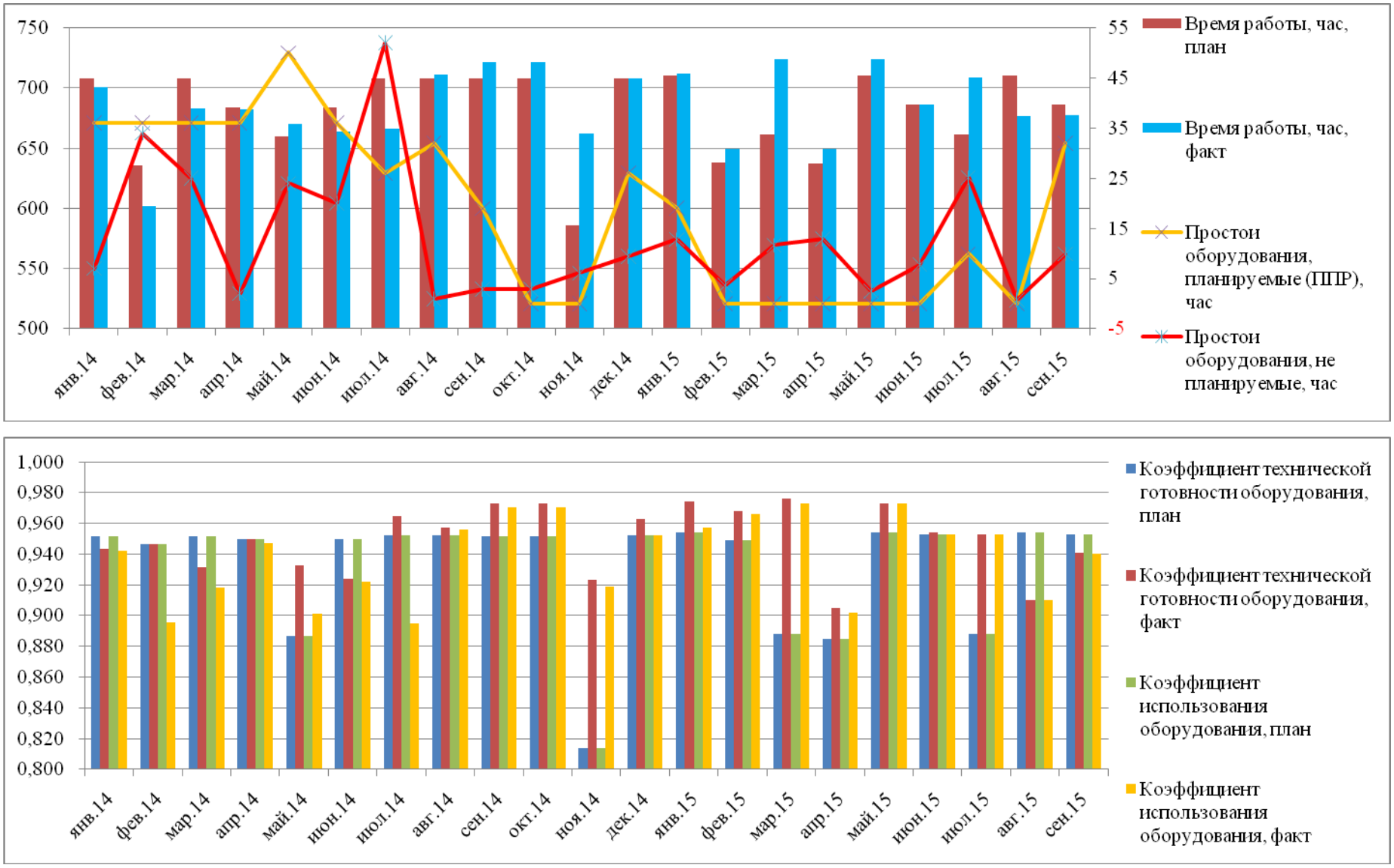

Рисунок 5 –. Показатели работы _ Дробилка ДШЗ 1000/320У

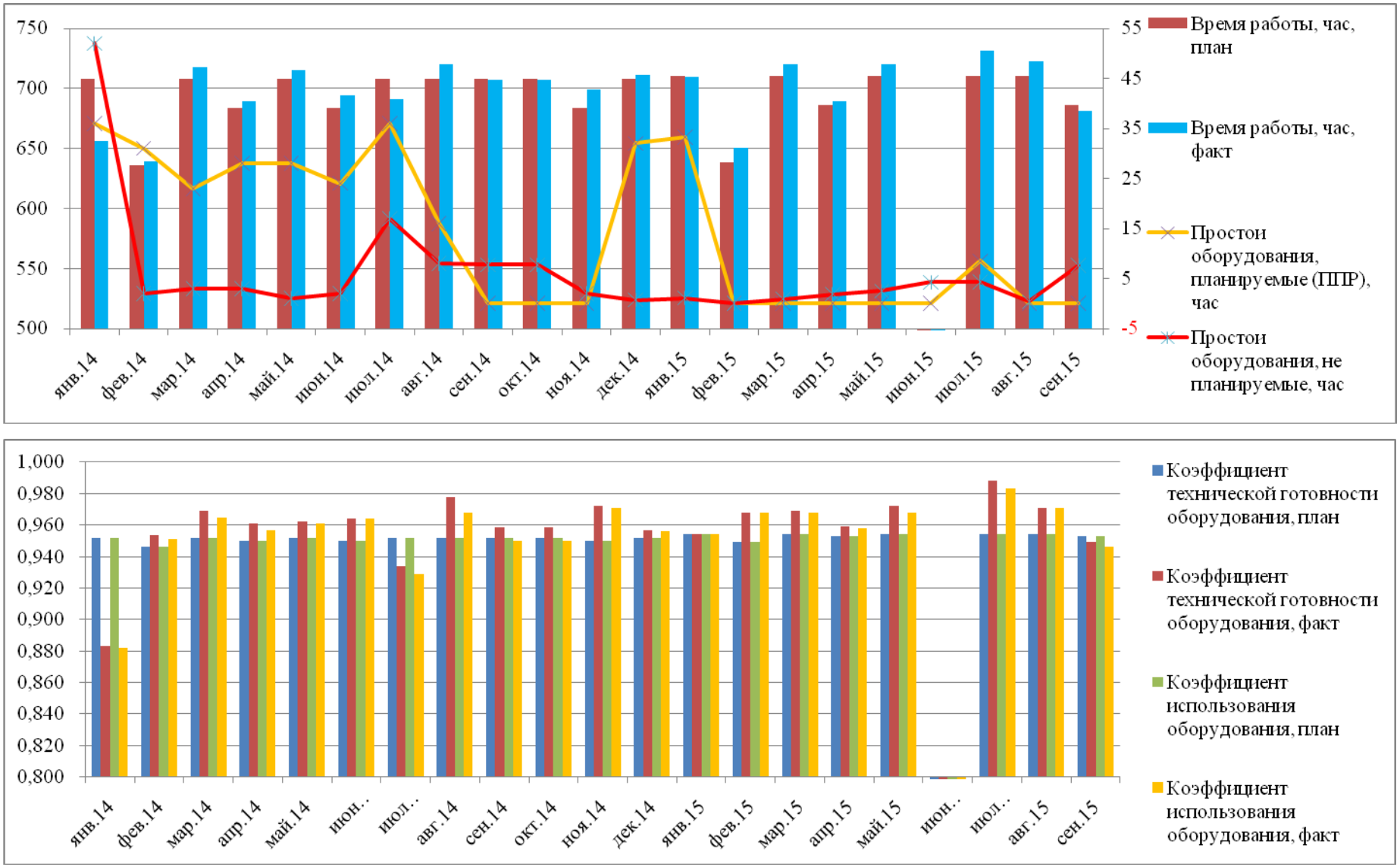

Рисунок 6 – Показатели работы _ Мельница ММС 70х52 №30-1.

Рисунок 7 – Показатели работы _ Мельница ММС 70х52 №30-2.

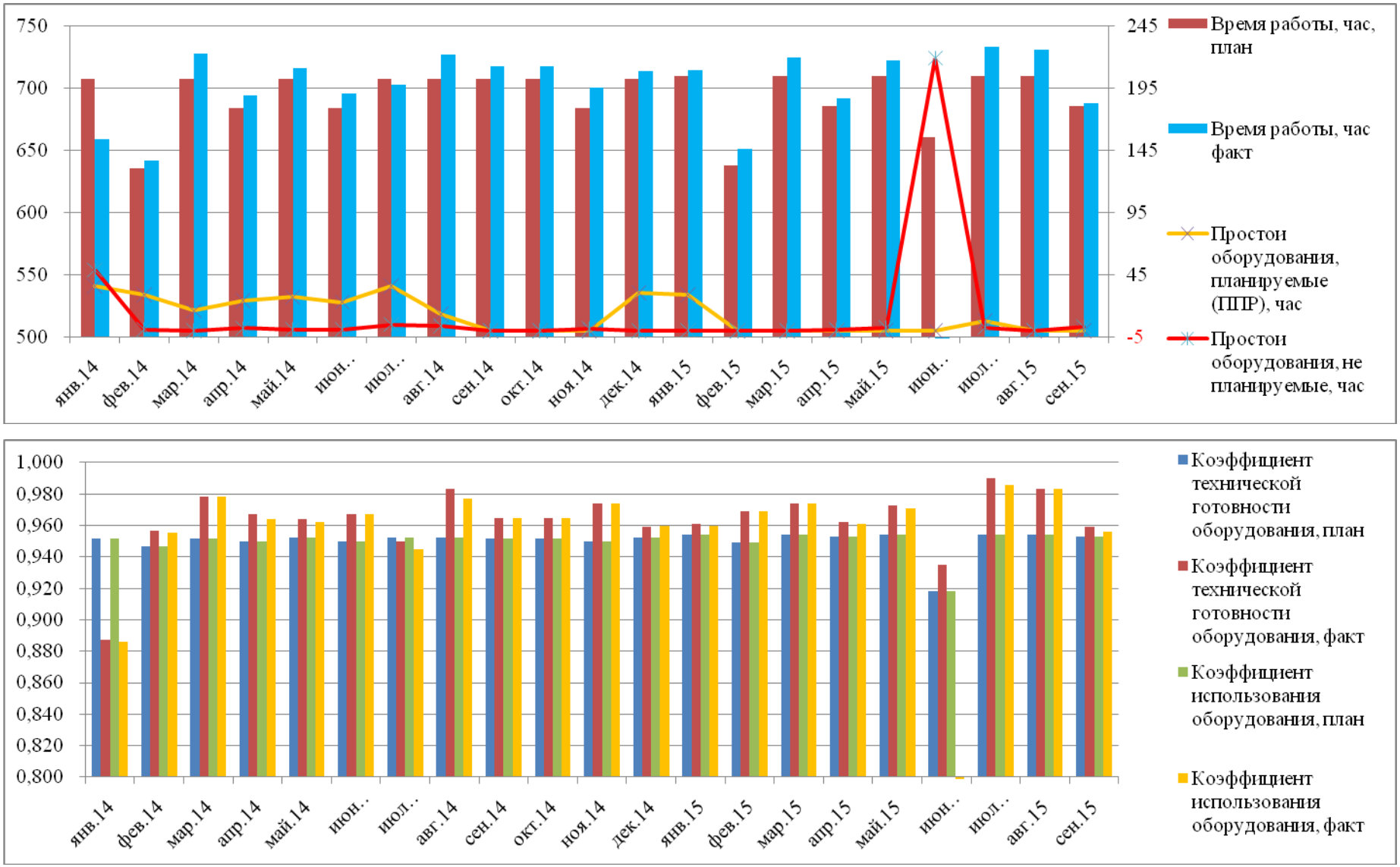

Рисунок 8 – Показатели работы _ Мельница МШЦ 55х75 №31-1.

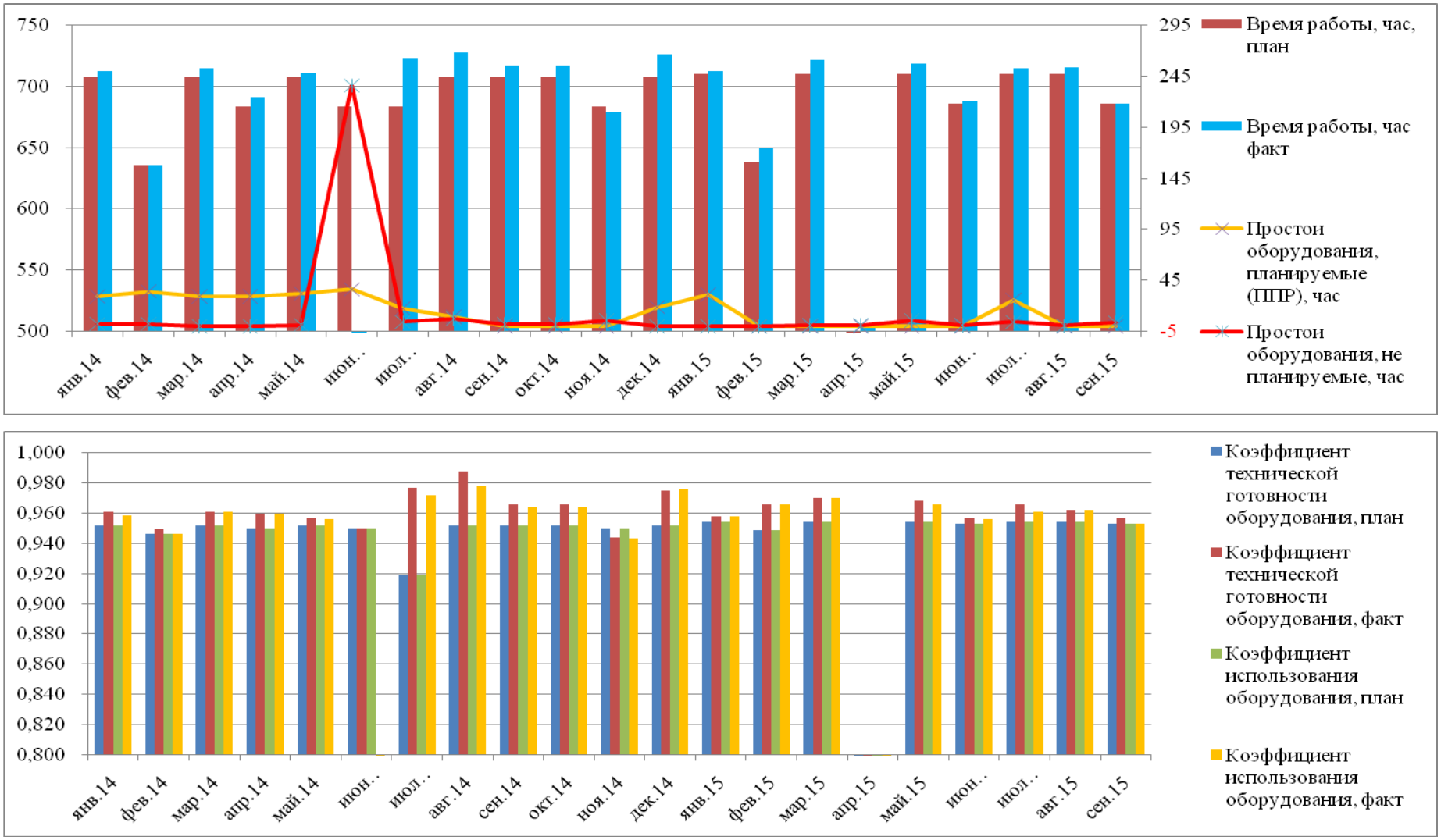

Рисунок 9 – Показатели работы _ Мельница МШЦ 55х75 №31-2.

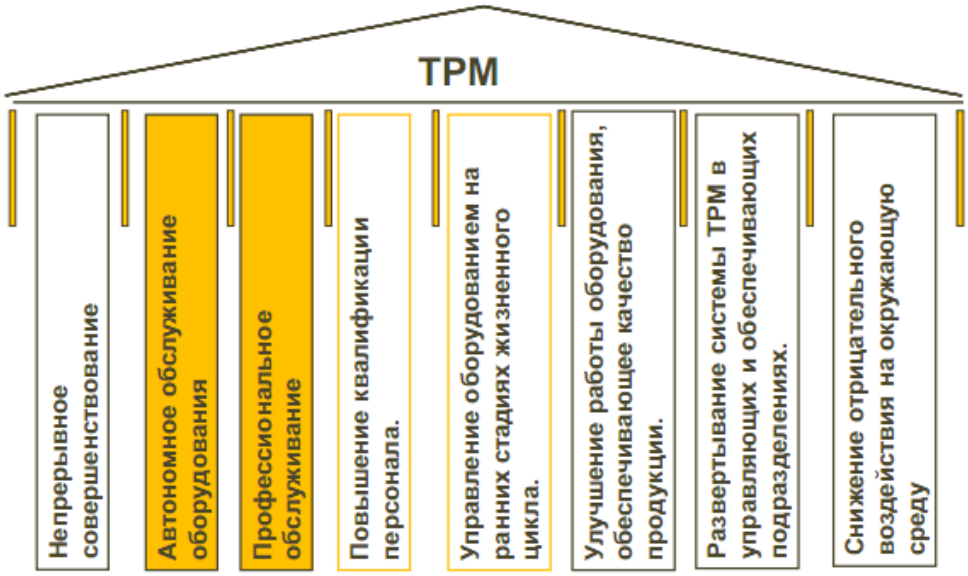

Рисунок 10 – Структура системы ТРМ

Заключение

Всеобщее обслуживание оборудования (ТРМ) – система направленная на улучшение производительности оборудования, посредством обслуживания, направленного на предотвращение сбоев в его работе.

Для устранения простоев и дефектов ТРМ требует участия всех уровней управления. Основной акцент должен быть сделан на работу по предотвращению проблем, осуществляемую производственным и ремонтным персоналом. Методология ТРМ – это система принципов обслуживания оборудования предприятий и организаций, позволяющая обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала, которая дает возможность получить множество полезных эффектов от внедрения, что ведет к снижению затрат, повышению прибыли и конкурентоспособности.

Полученный многими предприятиями и коллективами опыт внедрения ТРМ дает результаты в виде повышения не только эффективности работы оборудования, но и производства в целом, а также позволяет производить дальнейшее совершенствование практики внедрения методологии. В качестве основного эффекта от внедрения системы ТРМ можно отметить самоорганизацию производства с целью повышения эффективности его функционирования (навыков и состава персонала, системы оборудования и вспомогательных систем и др.), вплоть до самовоспроизведения своих частей (необходимого оборудования внутри самого производства).

По оценкам экспертов известных фирм, внедрение системы ТРМ на ОРПиОР ЗИФ-4 позволит увеличить технико-экономические показатели работы ЗИФ-4 на 10-12%.

Список использованных источников

1. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
2. Постникова Е.С. Стратегическое планирование развития парка технологического оборудования машиностроительного предприятия на основе оценки его технического состояния. Организатор производства, № 3, с.38-45, 2008.
3. Федина С.Ю., Бурашников А.Ю. Внедрение системы ТРМ: № 6, с.4-6, 2006.
5. ГОСТ 18322-78 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
6. Якобсон М.О. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий: Под редакцией М.О. Якобсон. М.: «Машиностроение». 1967. - 592с.
7. Ящура А.И. Система технического обслуживания м ремонта общепромышленного оборудования: Справочник. – М.: «Издательство НЦ ЭНАС». 2006. – 360 с. ил.
8. Борисов Ю.С. Организация ремонта и технического обслуживания оборудования - М., «Машиностроение». 1978. – 360с.
9. ТРМ в простом и доступном изложении / пер. с япон. А. Н. Стерляжникова ; под науч. ред. В. Е. Растимешина, Т. М. Куприяновой. – М.: Стандарты и качество, 2008. – 128 с.
10. Пшенников, В. В. Качество через ТРМ, или О предельной эффективности промышленного оборудования / В. В. Пшенников // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 10. – С. 10–15.

9. Вейдер, М. Инструменты бережливого производства : Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства : пер. с англ. / М. Вейдер. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 125 с.
10. Результаты бережливого производства в различных отраслях. – [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа : [www.orgprom.ru].
11. Баева, Л. С. Модернизация производства как решающий фактор повышения конкурентоспособности про-дукции / Л. С. Баева, Т. Ю. Пашеева // Вестник МГТУ. – 2010.