

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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.С. Морин

« ____ » _____ 2022 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04 «Горное дело»

(специальность)

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

(специализация)

Обоснование и разработка технологического процесса восстановления шеек
валов вентиляторов в условиях ремонтной базы ПАО ГМК «Норильский

НИКЕЛЬ»

тема

Руководитель

подпись, дата

Чесноков В.Т.

Выпускник

подпись, дата

Вишняков Д.Р.

Консультанты:

Экономическая часть

подпись, дата

Бурменко Р.Р.

Безопасность
жизнедеятельности

подпись, дата

Галайко А.В.

Нормоконтролер

подпись, дата

Чесноков В.Т.

Красноярск 2022

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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.С.Морин

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2022 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы

бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации

Студенту Вишнякову Денису Романовичу

фамилия, имя, отчество

Группа ГГ 16 – 12 Направление (специальность) 21.05.04 «Горное
номер код

дело», специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»
наименование

Тема выпускной квалификационной работы Обоснование и разработка технологического процесса восстановления шеек валов вентиляторов в условиях ремонтной базы ПАО ГМК «Норильский никель».

Утверждена приказом по университету №

Руководитель ВКР Чесноков В.Т, канд. техн. наук, доцент каф, ГМиК ИГДГиГ СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР Данные с предприятия ПАО ГМК «Норильский никель»

Перечень разделов ВКР 1. Состояние и актуальность работы по продлению срока службы вентиляторов главного проветривания 2. Главные вентиляторные установки 3. Восстановление работоспособности вентилятора 4. Экономическая часть 5. Охрана труда.

Перечень графического материала: 1. Схема проветривания, 2. Расположение вентиляторов в стволе, 3. Схема наплавки, 4. Конструкция вентиляторов, 4. Технологический процесс восстановления, 5. Технико-экономические показатели.

Руководитель ВКР

подпись

Чесноков В.Т.
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись, инициалы и фамилия студента

Вишняков Д.Р.

«19» ноября 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. Состояние и актуальность работы по продлению срока службы вентиляторов главного проветривания.....	7
1.1 Характеристика рудничной атмосферы и ее влияния на технологический процесс разработки месторождения.....	7
1.2 Способы и схемы проветривания горных выработок.....	9
1.2.1 Способы проветривания.....	9
1.2.2 Схемы проветривания.....	10
1.2.3 Схема и способ проветривания рудника «Таймырский».....	13
2 Главные вентиляторные установки.....	21
2.1. Конструкция вентилятора ВЦД-47 и эксплуатация.....	25
2.2. Эксплуатация и техническое обслуживание.....	26
2.3. Анализ работы вентиляторов главного проветривания ВЦД-47 «Север» в условиях ПАО ГМК Норильского никеля.....	31
2.4. Актуальность работ по продлению срока службы вентиляторов. Цель и задачи работы.....	45
3. Восстановление работоспособности вентилятора.....	45
3.1. Способы устранения повреждений вала рабочего колеса вентилятора.....	45
3.2 Технологический процесс восстановления вала с применением композиционных материалов.....	56
4 Экономическая часть.....	66
5. Охрана труда.....	68
5.1 Правила безопасности при эксплуатации главных вентиляторных установок.....	68
5.2 Правила безопасности при техническом обслуживании.....	70
5.3 Охрана труда на рабочем месте.....	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	75

РЕФЕРАТ

Дипломная работа на тему: Обоснование и разработка технологического процесса восстановления шеек валов вентиляторов в условиях ремонтной базы ПАО ГМК «Норильский никель». содержит 77 страницы, 20 иллюстраций, 13 таблиц, 6 использованных источников.

Содержание дипломной работы: 1. Состояние и актуальность работы по продлению срока службы вентиляторов главного проветривания 2. Главные вентиляторные установки 3. Восстановление работоспособности вентилятора 4. Экономическая часть 5. Охрана труда.

Целью дипломной работы является Обоснование и разработка технологического процесса восстановления работоспособности вентиляторов в условиях ремонтной базы ПАО ГМК «Норильский никель»

Для достижения поставленной цели требуется решить ряд задач:

- Анализ работы вентилятора главного проветривания ВЦД-47 «Север»
- Анализ неисправностей вентилятора ВЦД-47 «Север»
- Обоснование выбора способа восстановления работоспособности вентилятора.
- Разработка технологического процесса восстановления шейки вала
- Расчет экономического эффекта

В результате дипломной работы были достигнуты поставленные цели и решены все задачи. Экономический эффект составил 15 964 408 рублей.

ВВЕДЕНИЕ

Горно-металлургические предприятия обеспечивают страну нужными полезным ископаемым. Важным критерием их эффективности и работы является непрерывность технологического процесса, который зависит в свою очередь от работы горного оборудования. Надежность работы машин и оборудования зависит от систем организации, по которым проводится своевременное техническое обслуживание и ремонт горного оборудования. Благодаря таким системам накапливается необходимая статистика отказов и опыт, который в дальнейшем оказывает непосредственное влияние на организацию ремонтов и быстрое и качественное проведение технического обслуживания и ремонта.

При эксплуатации оборудование подвергается воздействию различных механических и электрических нагрузок, работает в среде, условия которой могут значительно колебаться. Указанные факторы приводят к тому, что параметры системы могут значительно отклониться от номинальных, и как следствие возникает отказ.

Целью дипломной работы является обоснование и разработка технологического процесса восстановления работоспособности вентиляторов в условиях ремонтной базы ПАО ГМК «Норильский никель»

Для достижения поставленной цели требуется решить ряд задач:

- Анализ работы вентилятора главного проветривания ВЦД-47 «Север»
- Анализ неисправностей вентилятора ВЦД-47 «Север»
- Обоснование выбора способа восстановления шейки вала вентилятора.
- Разработка технологии восстановления шейки вала
- Расчет экономического эффекта

Актуальностью дипломной работы является то, что восстановление опорной шейки вала вентилятора главного проветривания приведет к сокращению простоев и затрат на ремонт, что в свою очередь благотворно отразится на технико-экономических показателях предприятия.

1. Состояние и актуальность работы по продлению срока службы вентиляторов главного проветривания

1.1 Характеристика рудничной атмосферы и ее влияния на технологический процесс разработки месторождения

Рудничным воздухом принято называть смесь различных газов и паров, заполняющих подземные горные выработки; это - атмосферный воздух, который поступает в шахту с земной поверхности и подвергается в подземных выработках различным изменениям в своем составе. Если эти изменения незначительны и рудничный воздух по своему составу мало отличается от нормального атмосферного, то его называют свежим, а в остальных случаях — испорченным. Основными составными частями атмосферного воздуха являются: кислород, азот, углекислый газ и водяные пары.

Рудничный воздух, в отличие от атмосферного, всегда содержит различное количество кислорода, углекислого газа, азота и водяных паров: обычно кислорода меньше 20,96%, а CO₂ — более 0,04%. Кроме этих газов и водяных паров, рудничный воздух содержит вредные и взрывчатые газы, а также рудничную пыль. В таблице 1 указаны вредные газы, встречающиеся в рудничной атмосфере и показано при повышении какого объёма снижается работоспособность горнорабочих.

Таблица 1 – Вредные примеси и их предельно допустимое и фактическое содержание в рудничной атмосфере

Наименование вредных примеси	Предельно допустимое содержание вредных примесей	Фактическое содержание на руднике
Углекислый газ (CO ₂)	Не более 0,5%	0,1%
Оксид углерода (CO)	Не более 0,0016%	0,00005%
Оксид азота	0,00025%	0,00000015%

Окончание таблицы 1

Наименование вредных примесей	Предельно допустимое содержание вредных примесей	Фактическое содержание на руднике
Диоксид азота (NO ₂)	0,0001%	0,000003;
Сернистый ангидрит (SO ₂)	0,00035%	0,00000015%
Сероводород (H ₂ S)	0,00066%	0,000002%
Акролеин	0,000009%	0,00000004%
Альдегиды	0,000037%	0,000009%
Метан (CH ₄)	не более 0,5%.	0,000000001%
Водород (H ₂)	0,5%	0,000003%

Рудничная пыль одна из основных профессиональных вредностей. В зависимости от минералогического состава она может быть ядовитой и неядовитой. К первой относится пыль свинцовых, ртутных, мышьяковых и некоторых других минералов, ко второй — пыль органических и неядовитых минеральных веществ (уголь, руды и разные горные породы).

Основными источниками образования пыли в рудниках являются следующие производственные процессы: бурение шпуров (скважин), взрывные работы, доставка руды, погрузочно-разгрузочные операции, перепуск руды по рудоспускам, транспортирование руды по откаточным выработкам.

Единственный способ снижения вредного влияния рудничной атмосферы на организм горнорабочих и технику, эксплуатируемую в шахтах, является проветривание горных выработок благодаря чему концентрация вредных примесей удается довести до допустимых норм. Вентиляция осуществляется с помощью вентиляторов, которые делятся на главного проветривания и местного проветривания, основную роль играют вентиляторы главного проветривания.

1.2 Способы и схемы проветривания горных выработок

1.2.1 Способы проветривания

Существуют три способа проветривания рудников: всасывающий, нагнетательный, комбинированный (нагнетательно-всасывающий). Наиболее широко распространен всасывающий способ проветривания.

На рудниках всасывающий способ проветривания также преобладает. По данным У. Х. Бакирова, из 39 обследованных шахт Урала на 27 применяют всасывающий способ проветривания. Этим же способом проветривается около 70% рудников Казахстана и большинство шахт Криворожского бассейна. Такое преобладание всасывающего способа проветривания шахт объясняется в основном тем, что по капитальным затратам он наиболее дешевый. Однако всасывающий способ проветривания имеет весьма существенный недостаток — значительные подсосы воздуха через зону обрушения. Величина подсосов воздуха на некоторых рудниках составляет более 50—60% от дебита вентилятора главного проветривания. На перемещение такого количества воздуха через зону обрушения бесполезно затрачивается часть электроэнергии, потребляемой двигателями вентиляторной установки.

Борьба с подсосами воздуха через зону обрушения требует дополнительных затрат и усложняет работу службы вентиляции. Учитывая все это, следует признать, что в данных условиях всасывающий способ проветривания крайне неэкономичен, хотя капитальные затраты при этом ниже по сравнению с другими способами. При наличии в зоне обрушения наносов небольшой мощности или обнаженных коренных пород этот способ проветривания применять нецелесообразно.

Нагнетательный способ проветривания обычно применяют при разработке месторождений, склонных к самовозгоранию это в основном месторождения по добыче углей, сланцев. По этой же причине нагнетательный способ проветривания рекомендуют на медноколчеданных рудниках для того, чтобы

воспрепятствовать выходу воздуха с пониженным содержанием кислорода из выработанного пространства и зоны обрушения.

Капитальные затраты при нагнетательном способе проветривания выше, чем при всасывающем. Это объясняется необходимостью устройства герметичного надшахтного здания, если рудоподъемный ствол служит одновременно для подачи воздуха. Проведенные на аэродинамической модели исследования показали, что утечки воздуха при нагнетательном способе проветривания ниже, чем подсосы воздуха при всасывающем. Основная масса этих утечек не вредна, так как воздух поступает на вентиляционный горизонт после проветривания очистных забоев.

Следует отметить недопустимость применения данного способа для проветривания рудников со значительными зонами обрушения. В этом случае реверсирование воздушной струи при аварии приведет к проветриванию рудника путем засасывания воздуха через зону обрушения. Следовательно, в руднике во время аварии будет иметь место неуправляемая вентиляция. Необходимо учесть, что участие зоны обрушения в проветривании шахты недопустимо, вне зависимости от того, будет ли выдавать или принимать воздух эта зона. Комбинированный способ проветривания применяют на крупных рудниках, когда требуется подавать большое количество воздуха и преодолевать высокое аэродинамическое сопротивление.

1.2.2 Схемы проветривания

Схема проветривания рудника — это определенный порядок расположения горных выработок, служащих для подвода свежего и отвода загрязненного воздуха. Составить схему проветривания — значит на плане горных работ указать пути и направление движения воздуха по горным выработкам, а также места установки всех вентиляционных сооружений, вентиляторов местного проветривания, а также вспомогательных вентиляторов. Схема проветривания является весьма важной частью проекта вентиляции

рудника. Она должна обеспечить безопасность ведения горных работ, надежность и экономичность проветривания всего рудника. Поэтому при составлении схемы проветривания следует руководствоваться следующими указаниями.

При центральной схеме воздухоподающие и вентиляционные стволы располагаются посередине шахтного поля, при этом свежая и отработанная струи движутся во взаимно противоположных направлениях. Центральная схема проветривания шахты показана на рисунке 1.

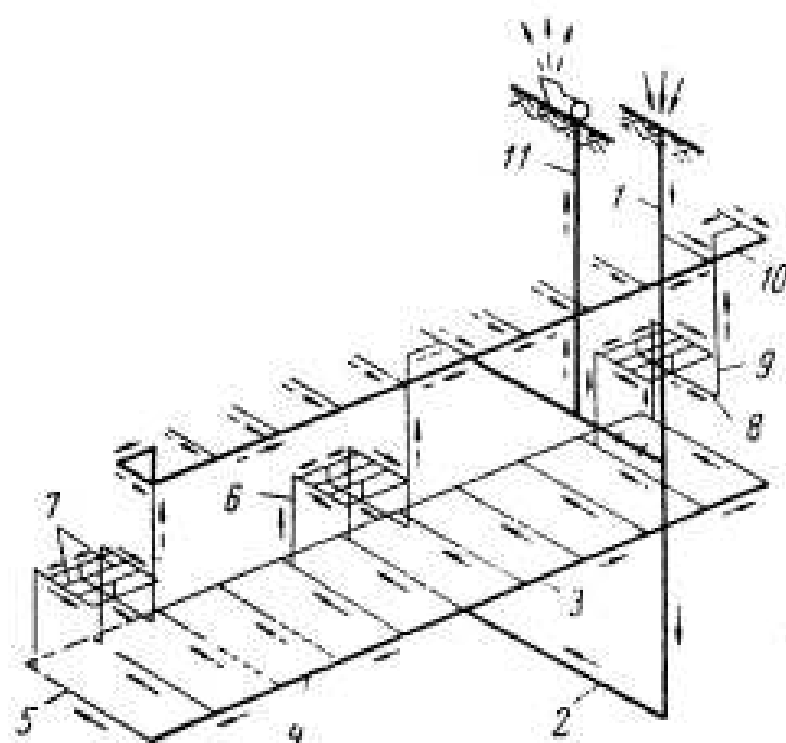


Рисунок 1 – Центральная схема проветривания рудника:

1 — воздухоподающий ствол; 2 — вентиляционный квершлаг; 3 и 4 — откаточные штреки; 5 — орты-заезды; 6 — вентиляционные восстающие; 7 — штреки скреперования; 8 — блоковые вентиляционные орты; 9 — блоковые восстающие; 10 — вентиляционный штрек; 11 — вентиляционный ствол

Предпосылкой для центрального расположения стволов является наличие общего для всего рудника вентиляционного горизонта, по которому воздух из всех залежей и блоков может собираться к общему вентиляционному стволу.

На рисунке 2 показана фланговая схема проветривания рудника. При фланговой схеме отсутствует обратное движение воздуха. Свежий воздух поступает по стволу, расположенному в центральной части шахтного поля, и выходит по стволам, расположенным на флангах рудного поля.

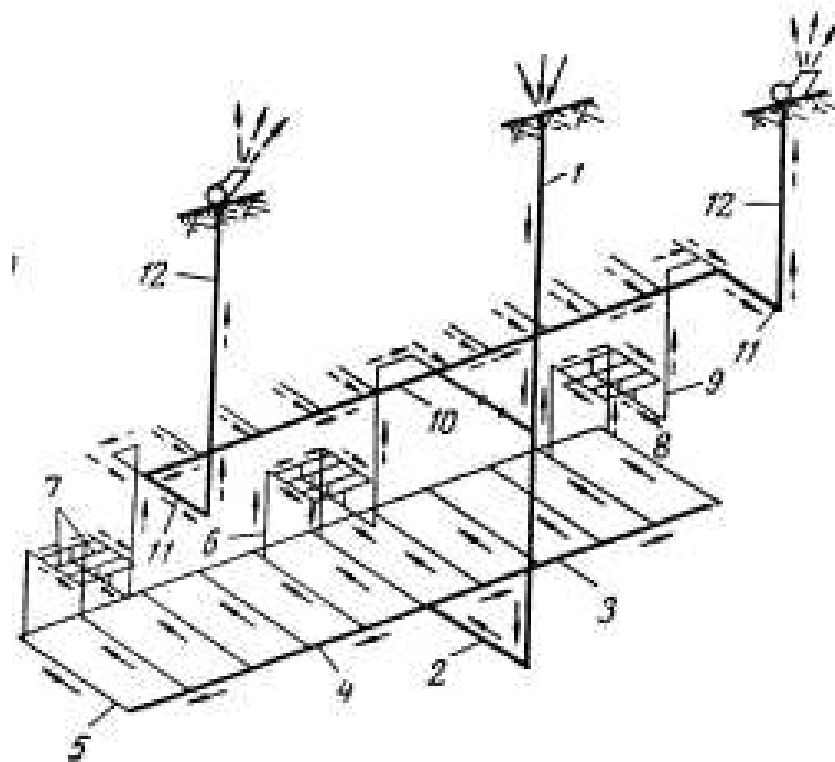


Рисунок 2 – Фланговая схема проветривания рудника:

1 — воздухоподающий ствол; *2* — вентиляционный квершлаг; *3* и *4* — откаточные штреки; *5* — орты-заезды; *6* — вентиляционные восстающие; *7* — штреки скреперования; *8* — блоковые вентиляционные орты; *9* — блоковые вентиляционные восстающие; *10* — вентиляционный штрек; *11* — вентиляционные квершлаг; *12* — вентиляционные стволы

Достоинства и недостатки схем проветривания и основные показатели приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки схем проветривания

Показатель	Схема проветривания	
	Центральная	Фланговая
Капитальные затраты	+	-
Время ввода рудника в эксплуатацию	+	-
Затраты на электроэнергию	-	+
Общерудничная дисперсия	-	+
Безопасность ведения горных работ	-	+
Применение вспомогательных вентиляторов	-	-
Удобство надзора за вентиляторами и сооружения	+	-

Вентиляция должна удовлетворять двум главным условиям: понижать температуру рудника и доставлять чистый воздух в необходимом количестве. Повышение температуры воздуха в руднике зависит, кроме естественного поднятия ее при углублении в землю, от употребления для добычи полезных минералов пороха, динамита и др. взрывчатых веществ, от горения ламп и т. п. причин.

1.2.3 Схема и способ проветривания рудника «Таймырский»

Вскрытие запасов рудника производится семью вертикальными стволами. Проветривание рудника производится по фланговой схеме всасывающим способом, в таблице 3 показаны основные показатели главной системы проветривания.

Таблица 3 - Основные показатели системы главного проветривания

Способ проветривания	Всасывающий
Схема проветривания	Фланговая
Количество главных вентиляторных установок	3 шт.
Максимальная производительность вентиляторной установки ВЦД-47 «Север»	668 м ³ /с при напоре 4500 Па
Максимальная производительность вентиляторной установки Howden 425XZ+9НКЕ	570 м ³ /с при напоре 900 Па при угле лопаток – 14°
Максимальное энергопотребление главных вентиляторных установок	8 700 кВт

Атмосферный воздух с поверхности в подземные выработки подается по вертикальным стволам: клетевому стволу № 3 (КС-3), скиповому стволу № 3 (СС-3), породозакладочному стволу (ПЗС) и воздухоподающему стволу (ВПС) за счет общешахтной депрессии, создаваемой главными вентиляторными установками на вентиляционных стволах № 5, № 6 и № 7 (ВС-5, ВС-6 и ВС-7) рисунок 3.

Далее свежий воздух по откаточным и транспортным выработкам поступает в очистные, подготовительные, нарезные выработки и технологические камеры. После проветривания очистных работ, подготовительных и нарезных проходческих забоев, и камерных выработок исходящая струя воздуха выходит в выработки вентиляционно-закладочных горизонтов -950 м, – 1000 м, – 1200 м и далее поступает к стволам ВС-5, ВС-6 и ВС-7, по которым выдаётся на поверхность в атмосферу.

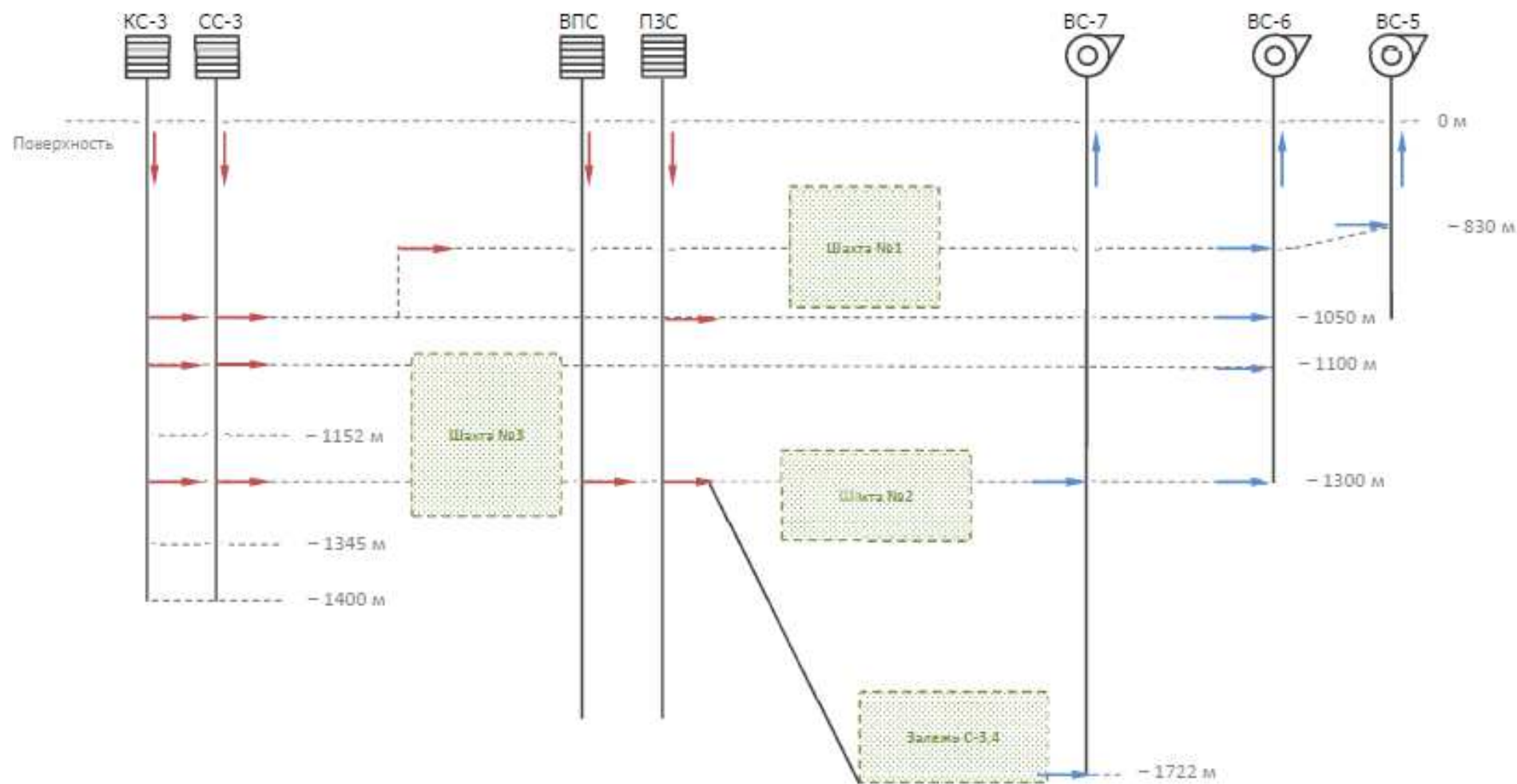


Рисунок 3 – Схема проветривания рудника «Таймырский»

Все воздухоподающие стволы рудника имеют калориферные установки для подогрева атмосферного воздуха в холодные периоды года. Каждая калориферная установка состоит из системы калориферов, через которые поступает атмосферный воздух. Подогретый воздух калориферными вентиляторами ВОД-40 на стволах КС-3 и ПЗС по калориферно-вентиляционным каналам нагнетается в стволы.

На ВПС атмосферный воздух с поверхности подается в ствол за счёт общешахтной депрессии. Калориферная установка работает на прямоотке с поступлением наружного воздуха через воздухозаборный колодец на ярусы калориферов и далее по вентиляционному каналу в ствол.

Все очистные выработки на руднике проветриваются за счет общешахтной депрессии. Тупиковые проходческие забои проветриваются вентиляторами местного проветривания рисунок 4 типа ВМЭ-10, ВМЭ-12А, ВМЭ-8 и ВМЭ-6 на рисунке 5 представлен общий вид вентиляторов местного проветривания.

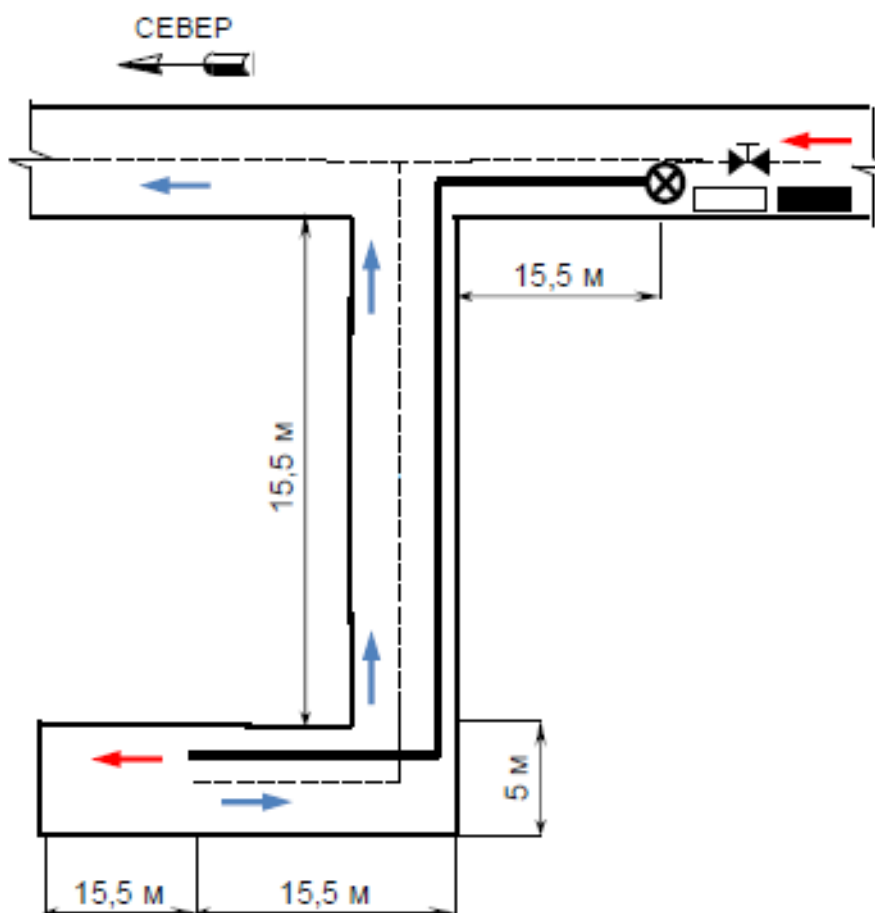


Рисунок 4 – Схема проветривания тупиковых выработок

Условные обозначения:







-  - исходящая струя воздуха
-  - вентилятор местного проветривания
-  - трубопровод сжатого воздуха
-  - место установки замерной доски
-  - место установки пусковой аппаратуры
-  - подходящая струя воздуха



Рисунок 5 – Вентиляторы местного проветривания ВЭМ

Камеры служебного назначения проветриваются обособлено. Камерные выработки – склады ВМ, камеры ГСМ, камеры СДО, депо аккумуляторных электровозов и насосные главного водоотлива – проветриваются обособленной струей воздуха. На рисунке 6 представлено расположение вентиляторов местного проветривания и пускорегулирующей аппаратуры в горных выработках.

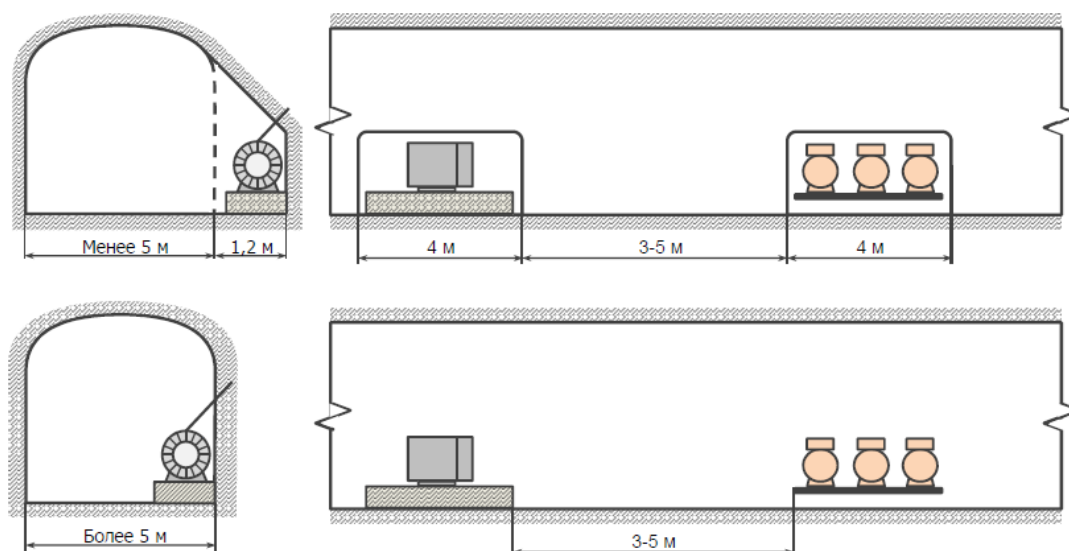


Рисунок 6 – Схема установки ВМП и пускорегулирующей аппаратуры

На рисунке 7 представлены вентиляторные установки ВЦД47 «Север», расположенные в вентиляционных каналах стволов ВС-5 и ВС-6, имеют по два агрегата (вентилятора) каждая – рабочий и резервный, которые работают поочередно согласно графику. Вентиляторная установка Howden 450LN+4HKE, расположенная в вентиляционном канале ствола ВС-7, также имеет два агрегата (вентилятора) – рабочий и резервный, которые работают поочередно согласно графику. Каждая вентиляторная установка оборудована приборами контроля подачи (производительности) и давления (депрессии).



Рисунок 7 – Расположение вентиляторов ВЦД-47 в стволе ВС-6

На поверхностном комплексе ствола ВС-6 располагается главная вентиляторная установка на базе двух вентиляторных агрегатов ВЦД-47 «Север» (одного рабочего, другого резервного).

На поверхностном комплексе ствола ВС-7 располагается главная вентиляторная установка на базе двух вентиляторов Howden 425XZ+9HKE (одного рабочего, другого резервного).

Для всех главных вентиляторных установок способ проветривания – всасывающий.

Режим работы вентилятора Howden 425XZ+9HKE регулируется углом поворота лопаток и частотой вращения рабочего колеса, на рисунке 8 представлено изображение вентилятора и лопаток. Для этого вентилятор оборудован преобразователем частоты тока производства компании «Siemens».

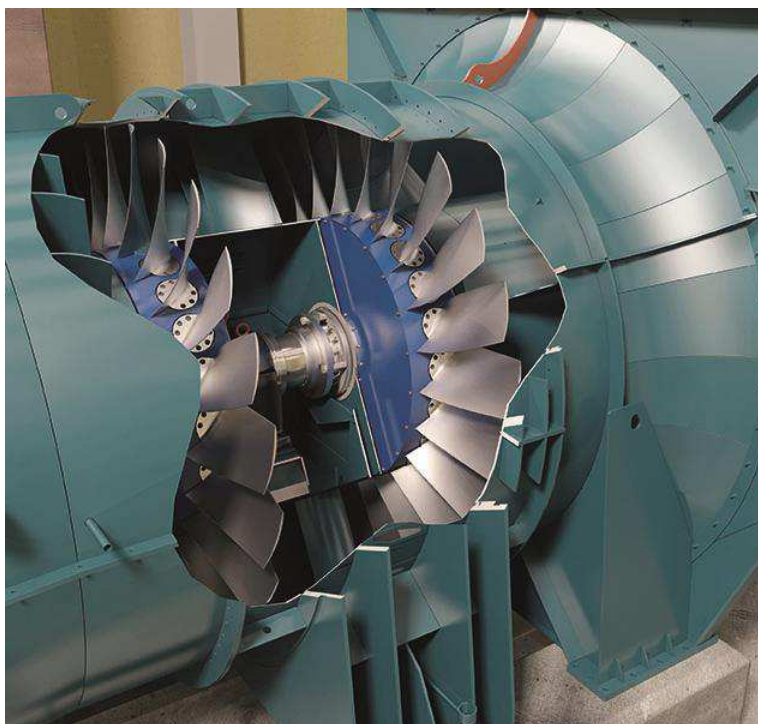


Рисунок 8 – Вентилятор Howden 425XZ+9HKE

Режим работы вентиляторов ВЦД-47 «Север» регулируется только частотой вращения рабочего колеса.

В таблице 4 представлены технические характеристики вентиляторов, которые используются при проветривание горных выработок на руднике «Таймырский».

Таблица 4 - Технические характеристики ГВУ

Вентилятор	ВЦД-47 «Север»	ВЦД-47 «Север»	Howden 425XZ+9HKE
Расположение	BC-5	BC-6	BC-7
Агрегат	2	2	2
Диаметр рабочего колеса	4700 мм	4700 мм	4250 мм
Диапазон углов наклона лопаток	0°	0°	- 30°... + 24°
Максимальная частота вращения рабочего колеса	490 об/мин	490 об/мин	750 об/мин
Максимальная производительность	680 м ³ /с при 3750 Па	680 м ³ /с при 3750 Па	1450 м ³ /с при 4500 Па
Максимальный напор	8800 Па	8800 Па	7300 Па
Коэффициент полезного действия	87 %	87 %	86 %
Потребляемая мощность	4800 кВт	4800 кВт	10750 кВт

2 Главные вентиляторные установки

Шахтная вентиляторная установка главного проветривания состоит из вентиляторов, электропривода, пускорегулирующей аппаратуры, аппаратуры автоматизации, устройств и приспособлений для реверсирования воздушной струи и переключения вентиляторов, строительных сооружений и др. Общие виды вентиляторных установок главного проветривания с центробежным и осевыми вентиляторами приведены соответственно на рисунке 9 и рисунке 10, где 1 — здание, 2 — маслостанция, 3 — электродвигатель, 4 — вентилятор, 5 — нагнетательный канал, 6 — отсекающая ляда, 7 — лебедка, 8 — ляда всасывающей будки, 9 — ляда диффузора, 10 — переключающая ляда, 11 —

диффузор, 12 —подводящий канал, 13 — ляда подводящего канала, 14 — отводящий канал, 15 — проем между обводным и подводящим каналами, 16 — всасывающий канал, 17 — мостовой кран, 18 — электроаппаратура и аппаратура автоматизации, 19—тормоз, 20— привод СНА и СА, 21 — глушитель шума, 22 — крышной вентилятор.

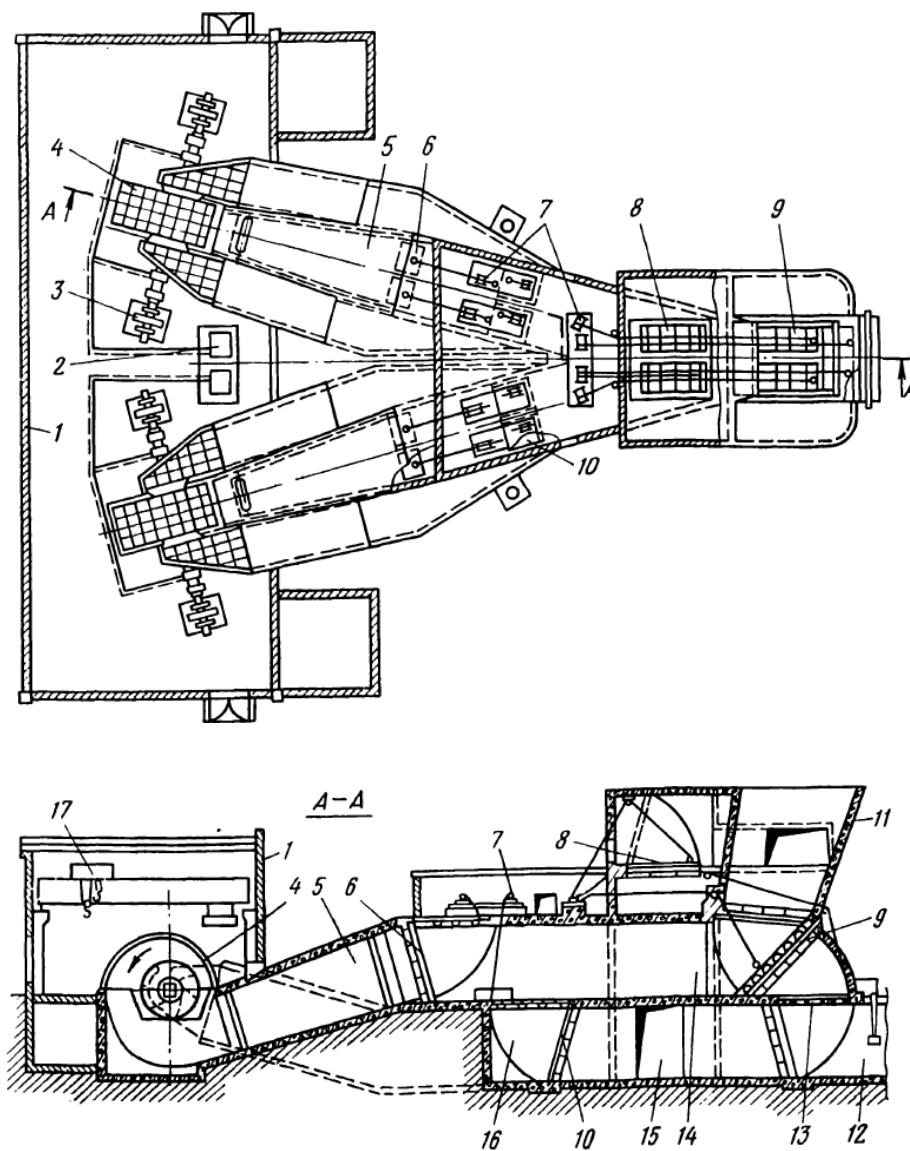


Рисунок 9 – Общий вид шахтной вентиляторной установки ГВУ ВЦД-47

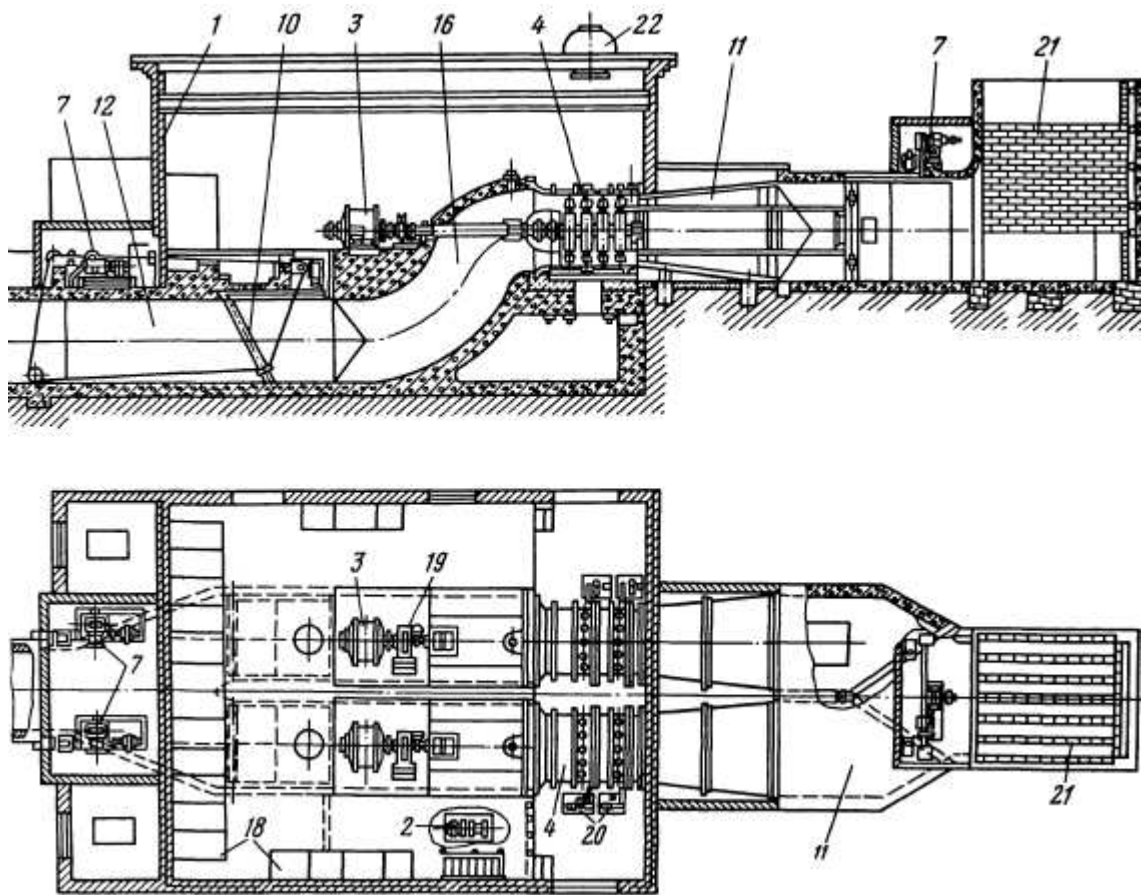


Рисунок 10 –Общий вид шахтной вентиляторной установки главного проветривания с осевым вентилятором ВОД

Преимущества осевых вентиляторов: возможность реверсирования вентиляционной струи без обводных каналов; большая глубина регулирования по давлению (0,68 – 0,79 за счет изменения угла установки лопаток рабочих колес и направляющих аппаратов); меньшие в сравнении с центробежными габариты поперечного сечения; большие средневзвешенные статические КПД (0,76-0,77 против 0,74-0,76 у большинства центробежных вентиляторов).

Недостатки осевых вентиляторов: седлообразная или с разрывами кривая давления, что усложняет их эксплуатацию, особенно при параллельном включении; уровень звукового давления 55-60 дБ на расстоянии 150 м от установки достигается уже при окружных скоростях 80-85 м/с, а поэтому номинальное статическое давление двухступенчатых машин лежит в пределах 2450-3900 Па; недоступность подшипниковых узлов осмотру, что снижает

надежность установки; большие габариты по длине; повышенные требования к точности изготовления.

Центробежные вентиляторы указанный выше уровень шума создают при окружных скоростях около 125 м/с, поэтому их номинальное статическое давление достигает 6200-7000 Па; они характерны монотонными кривыми давления; большинство, особенно крупных, вентиляторов имеют более высокий в сравнении с осевыми максимальный статический КПД.

Но центробежным вентиляторам присущ ряд недостатков: большие в поперечном сечении габариты; меньшая в сравнении с осевыми глубина регулирования по давлению – 0,52-0,55 (кроме машин с изменяемой частотой вращения ротора); большой момент инерции ротора (например, для ВОД-50 он составляет 103000 кг*м², а для ВЦД-47,5А – 206000 кг*м²), что осложняет пуск машины; при больших подачах и низких давлениях необходимы малые частоты вращения, что в ряде случаев потребует установки понижающего редуктора.

Оценивая в единстве преимущества и недостатки, производители пришли к выводу, что при давлениях до 1500 Па следует применять осевые вентиляторы, при давлениях более 3000 Па – центробежные, в диапазоне давлений 1500-3000 Па следует проводить технико-экономический анализ и предпочтение отдавать лучшему варианту с осевой или центробежной машиной. Вентиляторные установки главного проветривания находятся на поверхности у устья стволов или штолен и состоят из двух самостоятельных вентиляторных агрегатов, одного рабочего и резервного для новых и реконструируемых установок выбираются одного типа и размера.

2.1. Конструкция вентилятора ВЦД-47 и эксплуатация

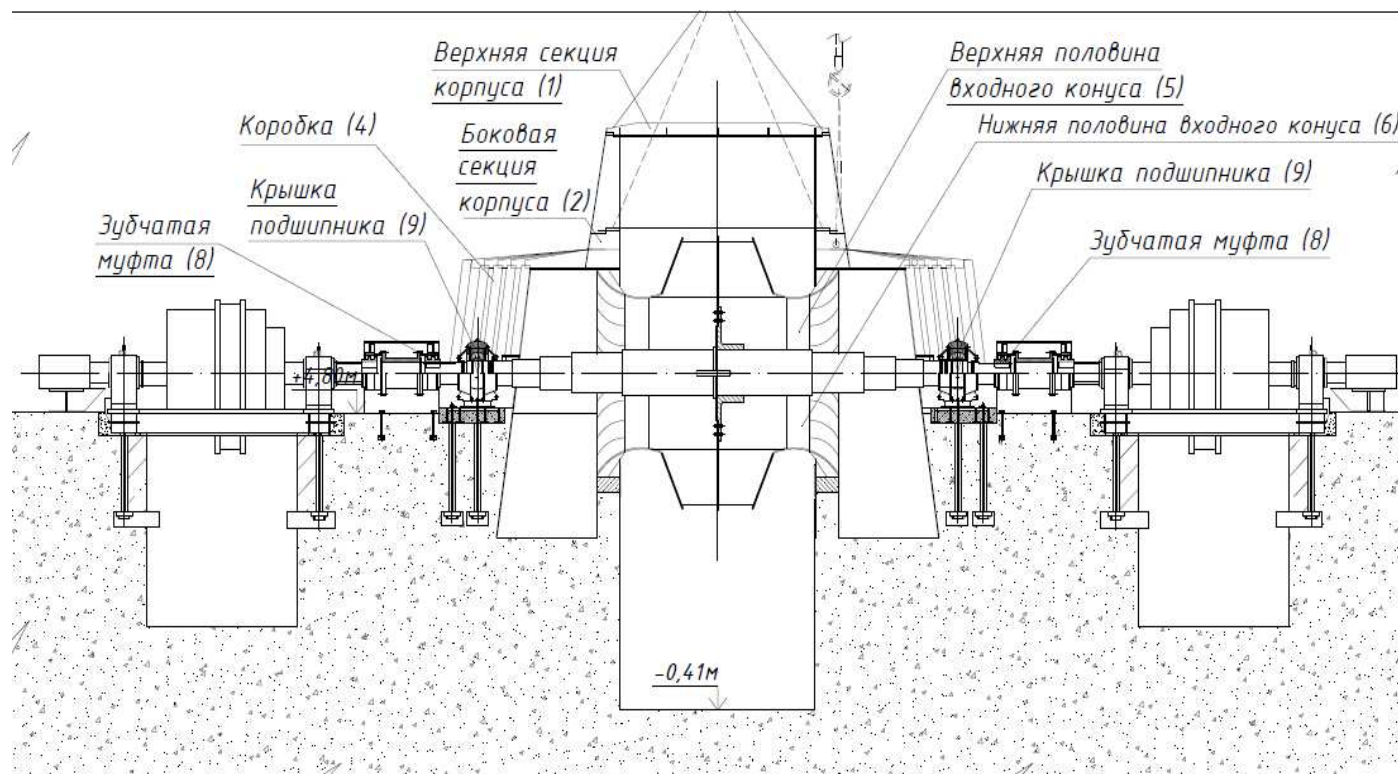


Рисунок 11 – Конструкция вентилятора ВЦД-47

Вентилятор ВЦД-47 — это центробежный вентилятор двухстороннего всасывания. Состоящий из ротора с рабочим колесом, кожуха и устройства для сброса мощности. Большая часть корпуса вентилятора выполнена «в бетоне». Так же имеется система измерения управления двигателями вентилятора, система измерения давления на рисунке 11 представлена конструкция вентилятора ВЦД-47 цифрами указана последовательность демонтажа вентилятора.

Рабочее колесо выполнено из двух полуколес левого и правого, каждое из которых состоит из коренного и покрывного дисков, между дисками вварены профильные лопатки. Лопатки рабочих колес заполнены пенополиуретаном. Полуколеса закреплены на ступице, насаженной на главный Вал посередине между опорами. На выходных концах вала расположены зубчатые муфты для подсоединения к главному и разгонному двигателям.

Корпус — это единая группа, в которой объединены спиральный диффузор, входные конуса и всасывающие коробки. Корпус не имеет вертикальных разъемов, он состоит из двух жестких боковин и секций спиральной

обечайки, закрывающих среднюю часть корпуса по периферии. Для удобства транспортировки боковины имеют съемные верхние щиты, которые после окончания монтажа варятся к боковинам по фланцам разъема. Горизонтальный разъем отделяет верхнюю часть корпуса от жесткого рамного пояса, устанавливаемого непосредственно на бетон и состоящего из боковых балок, поперечины и языка. Все узлы корпуса – это металлоконструкции.

2.2. Эксплуатация и техническое обслуживание

На участке, эксплуатирующем или обслуживающем вентиляторные установки должны быть в наличии инструкции по безопасному производству всех видов работ, технологические карты (проекты производства работ) по обслуживанию и ремонту оборудования и механизмов (разработанные исполнителем работ и согласованные с представителем участка эксплуатации вентиляторных установок), утвержденные техническим руководителем рудника.

При эксплуатации ГВУ должны осматриваться ежедневно работниками, назначенными техническим руководителем рудника; еженедельно главным механиком и руководителем ПВС.

Система автоматического управления ГВУ должна находиться в исправном состоянии и осуществлять контроль за работой механического и электрического оборудования, входящего в состав комплекса ГВУ.

Запуск, остановка, реверсирование воздушной струи, регулирование параметров работы вентиляторных установок без постоянного присутствия моториста в здании ГВУ должны осуществляться с пульта управления установленного в здании ГВУ или с дистанционного пульта управления (установленного по проекту) согласно выбранного режима (местное или дистанционное управление).

На вновь вводимых и реконструируемых главных вентиляторных установках при проектной эксплуатации без присутствия моториста ГВУ должны выполняться следующие требования:

- вентиляторная установка должна быть оборудована самопишущими приборами, постоянно регистрирующими производительность вентилятора и создаваемую им депрессию, а также устройствами, сигнализирующими на пульт дистанционного управления об отклонениях работы вентиляторной установки от заданных параметров (производительность, депрессия, температура и вибрация подшипников электродвигателей и вентиляторов);

- обеспечены дистанционный пуск и остановка электродвигателей вентилятора, и дистанционное реверсирование вентиляторной струи;

- обеспечен контроль положения технологических ляд;

- в здании ГВУ смонтирована система промышленного телевидения, с выводом изображения в помещение, где установлен пульт дистанционного управления; пульт дистанционного управления и контроля работы вентиляторной установки должен находиться в диспетчерском пункте или в помещении одной из постоянно обслуживаемых стационарных установок на поверхности рудника, имеющем телефонную связь, где должны быть обеспечены постоянное наблюдение за действиями сигнализирующей аппаратуры и регистрация в журнале всех поступающих сигналов.

При отсутствии дистанционного пульта управления ГВУ в здании ГВУ должен находиться моторист, контролирующий параметры работы и осуществляющий регулирование режимами работы.

Техническое обслуживание оборудования вентиляторных установок осуществляется в соответствии с инструкцией по эксплуатации и системой планово-предупредительных ремонтов, утвержденных техническим руководителем рудника. На каждой вентиляторной установке должны быть следующие документы:

- паспорт вентиляторной установки;
- книга учета работы вентилятора;
- книга осмотра вентиляторных установок и проверки реверсирования;
- годовой график работ по техническому обслуживанию и ремонту;

- книга учета нарядов на техническое обслуживание и ремонт оборудования, агрегатный журнал;

- журнал приема-сдачи смен обслуживающим персоналом;
- схемы электроснабжения, сигнализации и связи.

Техническому обслуживанию подлежат:

- Направляющие и спрямляющие устройства;
- Рабочее колесо ГВУ;
- Подшипники и валы;
- Соединительные муфты;
- Системы смазки;
- Тормозные устройства ГВУ;
- Электрических машин;
- Высоковольтных реверсоров;
- Низковольтной аппаратуры;
- Аппаратуры КиП и А.

Графики планово-предупредительных ремонтов оборудования вентиляционных установок составляет служба главного механика, главного энергетика рудника на основе системы ежесменных, ежесуточных и еженедельных осмотров. В комплекс периодически проводимых организационно-технических мероприятий входят ремонтный осмотр и ремонты: текущий, планово- предупредительный, капитальный. В таблице 5 представлен весь комплекс основных ремонтных воздействии на 2022 год.

Таблица 5 – График планово-предупредительных работ на 2022 год

Оборудование	Периодичность в месяцах	Месяц												Кол-во ремонтов и кол-во часов простоя								Коэффициент	
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	КР	ТР(ГН/ЛГН)	РО	ТО-4	ТО-3	ТО-2	то	НК	КТГ	КИО
Вентилятор ВЦД-47М агрегат № 1 ВС-5	КР-60, Т1-6, ГН-12, 2ГН-24, ТО-1, ТО2-0.03	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТР ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТР(ГН) ТО ТО2	ТО ТО2	-	2*72 1*120	-	-	365*0.5	12*16	-	0,93	0,48
Вентилятор ВЦД-47М агрегат № 2 ВС-5	КР-60, Т1-6, ГН-12, 2ГН-24, ТО-1, ТО2-0.03	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	КР ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТР(ГН) ТО ТО2	1*120	1*72 1*120	•	-	-	365*0.5	12*16		0,92	0,48
Вентилятор ВЦД-47М агрегат № 1 ВС-6	КР-60, Т1-6, ГН-12, 2ГН-24, ТО-1, ТО2-0.03	ТО ТО2	ТО ТО2	ТР ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТР(2ГН) ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	•	2*72 1*120	-	-	•	365*0.5	12*16	-	0,93	0,48
Вентилятор ВЦД-47М агрегат № 2 ВС-6	КР-60, Т1-6, ГН-12, 2ГН-24, ТО-1, ТО2-0.03	ТО ТО2	КР ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТР(2ГН) ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	ТО ТО2	1*120	1*72 1*120	-	-	-	365*0.5	12*16	•	0,92	0,48

При осмотре верхних узлов и механизмов работы выполняются с инвентарных лесов в монтажных поясах, страховочный фал монтажного пояса надежно крепится за металлоконструкции ляды.

Все осмотры и ремонты выполняет бригада под руководством лица ответственного за техническое состояние оборудования ГВУ или инженерно-технического работника ремонтного персонала, согласно принятого на предприятии вида организации ремонтного обслуживания.

Оборудование, отработавшее моторесурс (амортизационный срок), может быть допущено к работе только после проведения экспертизы промышленной безопасности, с указанием срока повторной проверки.

К обслуживанию и ремонту электроустановок должны допускаться только лица, прошедшие соответствующее обучение и сдавшие экзамен на квалификационную группу допуска по электробезопасности не ниже III до и выше 1000 В.

На каждом пусковом аппарате должна быть четкая надпись, указывающая включаемую им установку, ток уставки максимальной токовой защиты или номинальный ток предохранителя с плавкой вставкой.

При работе в электроустановках должны выполняться организационные и технические мероприятия, предусмотренные соответствующей нормативной документацией.

Включать и отключать отдельные производственные машины и механизмы с помощью пусковой аппаратуры могут лица, получившие разрешение на обслуживание этих машин и механизмов, прошедшие соответствующий инструктаж и имеющие право на самостоятельное их обслуживание. На время отключения на пусковые устройства должен быть вывешен плакат: «Не включать работают люди!».

Перед пуском временно отключенного оборудования его нужно осмотреть, убедиться в готовности к приему напряжения и предупредить работающий на нем персонал о предстоящем включении. Техническое обслуживание элементов и систем главной вентиляторной установки должно осуществляться в

соответствии с техническим паспортом на установку, а также внутренних нормативных документов.

2.3. Анализ работы вентиляторов главного проветривания ВЦД-47 «Север» в условиях ПАО ГМК Норильского никеля

Агрегатный журнал должен быть для всех видов основного оборудования. Журнал служит для систематического накопления данных о техническом состоянии и работоспособности оборудования и является основным исходным документом, по которому устанавливаются характер и объем плановых ремонтов, а также сроки службы узлов и деталей.

По информации от главного механика рудника самым нагруженным элементом вентилятора является вал рабочего колеса и подшипники качения. Так же в ходе интервью было выяснено что замена вала рабочего колеса и подшипников качения на новые является дорогостоящим процессом.

На предприятии был получен агрегатный журнал таблица 6, после проведенного анализа было установлено что поломки бывают различными, часть этих поломок устраняется в течение смены, и они не сильно трудоемкие. Основным узлом, обеспечивающим работоспособность вентилятора — это вал рабочего колеса, в случае если вал рабочего колеса выйдет из строя, то вентилятор не сможет выполнять свои функции. Основной причиной выхода из строя вала это проворот обоймы подшипника из-за чего на шейки вала образуются дефекты, которые необходимо устранить.

Таблица 6 – Возможные неисправности вентилятора ВЦД-47

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.1.	Повышение температуры подшипника на 10-15					
11.1.1.1.	Излишек или недостаток смазки	Довести уровень смазки до нижней черты на стекле маслоуказателя. Отрегулировать количество подаваемой		Электро-слесарь— 2	60	
11.1.1.2.	Загрязнение масла	Снять боковые крышки подшипника, удалить старую смазку, промыть, просушить, заполнить свежей смазкой и собрать	Керосин, обтирочная ткань, электрическая лампа, набор гаечных ключей (ГОСТ 2839-80). Грузоподъемное устройство, домкрат, съемники	Электро-слесарь— 2	120	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди" Место работы
11.1.2.	Резкий рост температуры подшипника					

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.2.1.	Разрушение сепаратора	Демонтировать подшипниковый узел, снять подшипник. Установить новый подшипник. Смонтировать подшипниковый узел и произвести центрирование валов	Набор гаечных ключей (ГОСТ 2839—80), электрическая переносная лампа, грузоподъемное устройство, съемники	Электро-слесарь— 2	120 480	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди" Место работы должно быть
11.1.2.2.	Пережатие наружной обоймы по разьему корпуса	Ревизия подшипников с проверкой овальности, конусности, расточки корпуса, зависания на разьемах и плотности прилегания низа наружной обоймы к корпусу		Электро-слесарь— 2	120 480	

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.3.	Повышение температуры подшипника, сопровождающееся вибрацией и редким по частоте стуком					
11.1.3.1.	Проворот подшипника относительно вала	Разобрать подшипниковый узел, снять подшипник, перешлифовать шейку вала и заменить подшипник. Смонтировать подшипниковый узел и произвести центрирование валов	Набор гаечных ключей (ГОСТ 2839—80), электрическая переносная лампа, грузоподъемное устройство, домкрат, съемники для полумуфты и подшипника	Электро-слесарь— 2	120 480	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди" Место работ должно быть освещено.

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.3.2.	Усталостный износ подшипника (возникновение питтинга)	Разобрать подшипниковый узел, снять подшипник, установить новый подшипник и собрать подшипниковый узел. Произвести центрирование валов		Электро-слесарь—2	120 480	
11.1.4.	Наличие стуков в подшипниковых узлах					
11.1.4.1.	Чрезмерно изношены элементы подшипника	Разобрать подшипниковый узел, осмотреть подшипник, при наличии разрушения тел качения, повышенных радиальных зазоров снять подшипник и заменить его новым. Смонтировать подшипниковый узел, произвести центрирование валов	Набор гаечных ключей (ГОСТ 2839-80), щуп № 2 (ГОСТ 882-75), молоток 200 (ГОСТ 2310-77), индикатор часового типа И-402 кл. 0 (ГОСТ 377-81), электрическая переносная лампа, грузоподъемное устройство, домкрат	Электро-слесарь—2	120 480	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди" Застопорить ротор

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.4.2.	Сепаратор задевает за сопряженные с подшипником детали	Вскрыть подшипник и устранить задевание	Съемник для подшипника и втулки муфты	Электро-слесарь—2	60 120	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди" Застопорить ротор
11.1.4.3.	Нарушено центрирование валов	Рассоединить полумуфты. Произвести центрирование валов	Индикатор часового типа И-402 кл. 0 (ГОСТ 377-81), штатив	Электро-слесарь—3	60 180	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди"
11.1.5.	Вибрация вентилятора сверх допустимой					

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.5.1.	Неуравновешенность рабочего колеса	Очистить вентилятор от ржавчины, пыли, льда. Удалить воду и штыб из лопаток и произвести балансировку ротора. При необходимости заменить лопатки	Электродрель, металлическая щетка, зубило, молоток, набор гаечных ключей	Электро-слесарь—4	240 480	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди"
11.1.5.2.	Неуравновешенность колеса после замены лопаток	Заменить лопатки попарно противоположные по статическому моменту	Приспособление для снятия лопаток	Электро-слесарь—1	60	При извлечении лопаток осевого вентилятора не находиться против конца лопатки и не убирать съёмник до выхода лопатки из гнезда. Пользоваться

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.5.3.	Неуравновешенность соединительной муфты	Снять муфту и отбалансировать ее или заменить	Набор гаечных ключей (ГОСТ 283980), съемники для полумуфт	Электро-слесарь 2	180 240	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди"

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.5.4.	Недостаточно прочно закреплены вращающиеся части на валу. (Рабочие колеса, обтекатели, соединительные муфты)	Закрепить вращающиеся части на валу при помощи устройств, предусмотренных для этих целей	Набор гаечных ключей (ГОСТ 2839-80)	Электро-слесарь—2	120	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди" Работы в проточной части вентилятора выполнять с монтажными поясами с лестниц или помостов. Место работ должно быть освещено

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.6.	Невозможность поворота лопаток, направляющего или					
11.1.6.1.	Загрязнение, отвердение и отсутствие смазки в шарнирных соединениях, подшипниках и редукторе приводной колонки	Разобрать, очистить от старой смазки, промыть, просушить и заменить смазку Проверить уровень масла в редукторе приводной колонки и при необходимости долить. При замене использовать марки смазок, рекомендуемые технической документацией	Набор гаечных ключей (ГОСТ 2839—80), электрическая переносная лампа, керосин, ткань обтирочная, скребок	Электро-слесарь—2	360 480	Снять напряжение, вывесить плакат "Не включать работают люди" Застопорить ротор. Работу в проточной части выполнять с монтажными поясами с помостов или лестниц

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.6.2.	Не вращаются ролики поворотного кольца привода направляющего аппарата	Проверить зазоры между нижним роликом и поворотным кольцом или роликом и поверхностью корпуса направляющего аппарата и отрегулировать их так, чтобы они были не менее 3 мм	Клиновой щуп, набор гаечных ключей (ГОСТ 283980)	Электро-слесарь— 2	120	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди"
11.1.6.3.	Заклинивание лопатки из-за набухания полимерных втулок опор цапф лопаток НА	Отсоединить приводной рычаг, вынуть цапфу и заменить втулки, поставив бронзовые с зазором между втулкой и цапфой 0,2—0,3 мм Установить цапфу, приводной рычаг, закрепить	Набор гаечных ключей (ГОСТ 2839-80), щуп № 2 (ГОСТ 882-75), монтровка	Электро-слесарь— 2	360	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди"

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.7.	Самопроизвольный разворот лопаток рабочего колеса осевого вентилятора	Извлечь лопатку, осмотреть узел крепления. Заменить вышедшую из строя деталь и установить новую	Приспособление для снятия лопатки	Электрослесарь— 1	60	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди"
11,1.8.	Течь масла из подшипниковых узлов с принудительной					
11.1,8.1.	Подается большое количество масла	Проверить количество масла, подаваемого в подшипник и отрегулировать регулировочным краном	Мерное ведро	Электрослесарь—1	30	Вращающиеся части привода маслонасоса должны быть
11.1.8.2.	Масло подается под большим давлением	Понизить давление. Допустимое давление 29—98 кПа (0,3— 1,0 ат)		Электрослесарь— 1	30	

Продолжение таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.8.3.	Изношены или плохо подогнаны уплотнения	Осмотреть уплотнения и подогнать по валу, изношенные заменить новыми	Набор гаечных ключей (ГОСТ 2839—80)	Электро-слесарь—2	60 180	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди" Застопорить ротор
11.1.8.4.	Масло просачивается по разьему корпуса и крышки подшипника	Подтянуть болтовые соединения по разьему корпуса. Если течь не прекратится, снять боковые крышки, крышку корпуса подшипника, очистить, протереть, осмотреть и при необходимости заменить уплотнения. Смазать разъем лаком "Герметик", собрать подшипниковый узел	Набор гаечных ключей (ГОСТ 8339—80), лак "Герметик",- монтаж	Электро-слесарь—2	60 240	Снять напряжение, на пульте управления вывесить плакат "Не включать работают люди" Застопорить ротор

Окончание таблицы 6

№ работы	Наименование неисправности. Внешние проявления и признаки	Описание последовательности выполнения операций и номера иллюстраций	Приборы, инструменты, приспособления, запчасти и материалы для выполнения работ	Профессия и число рабочих	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин	Меры, обеспечивающие безопасность выполнения работы
11.1.9.	Большая разница в показаниях манометров	Очистить пластинчатый фильтр от грязи. Снять пробку в стакане и повернуть ручку в одну и другую сторону. После того как стечет	Набор гаечных ключей (ГОСТ 2839—80), ведро	Электро-слесарь— 1	30	Вращающиеся части привода масла насоса должны быть

2.4. Актуальность работ по продлению срока службы вентиляторов.

Цель и задачи работы

Из проведённого анализа, опыта эксплуатации предприятием опыта эксплуатации других предприятия в других отраслях таких же вентиляторов было установлено что основным узлом, влияющим на срок службы и надежность вентилятора является вал рабочего колеса, в случае его выхода из строя вентилятор не сможет выполнять свои функции по проветриванию и поддержанию рудничной атмосферы близкой по показателям атмосферному воздуху.

В таком случае возникает проблема как быстро можно восстановить работоспособность вентилятора чтобы работа продолжалась в установленном режиме.

Цель данной проектной работы является обоснование и разработка технологического процесса восстановления шеек валов вентиляторов в условиях ремонтной базы ПАО ГМК «Норильский никель»

3. Восстановление работоспособности вентилятора

3.1. Способы устранения повреждений вала рабочего колеса вентилятора

Основной причиной выхода из строя вентилятора главного проветривания ВЦД-47 это износ опорной шейки вала рабочего колеса в результате физического износа.

Возможно 2 варианта восстановления работоспособного состояния вентилятора. Первый из вариант — это замена вентилятора ВЦД-47, но с ним есть не которые проблемы так как предприятие находится на крайнем севере, основная проблема — это доставка новых деталей до места ремонта и дороговизна приобретения. Так же замена вентилятора главного проветривания является очень трудоемкой, и дорогостоящей операцией. Второй вариант — это

восстановление работоспособного состояния вентилятора путем проведения ремонта.

Доставка новых запасных частей до крайнего севера очень затруднительна и стоит достаточно дорого и поставить точные сроки замены вала не представляется возможным.

Существует 3 способа доставки до районов крайнего севера:

Способ №1: Авиасообщение

Груз доставляется до аэропорта Алыкель, далее (около 50 км) автомобильным транспортом до Норильска. В этом варианте существует большой выбор компаний, осуществляющих авиасообщение.

Достоинствами данного способа является круглогодичное сообщение с Норильском.

Недостатки куда важнее:

Задержки по метеоусловиям

Ограничения по весогабаритным характеристикам груза.

В данном случае 3 недостаток является самым критичным так как габариты вала и подшипников очень велики.

Способ №2: Речным транспортом

С июня по октябрь перевозка речным транспортом осуществляется из порта Красноярск в порт Дудинка, далее автотранспортом до Норильска (95 км). Оплата рассчитывается за тонну (за тонну или объем грузового места - что больше). Вариант очень удобен для товаров, произведенных в радиусе около 1500 км от Красноярска. Минус - очень сжатый по срокам, только летний период.

Способ №3: Морским транспортом из Мурманска и Архангельска в Дудинку судами ПАО Норильский Никель.

Данный способ доставки круглогодичен за исключением паузы май-июнь ввиду прохождения ледохода на реке Енисей и невозможности постановки судна к причалам Дудинского порта. Недостатки данного способа: круглый год ставка учитывает содержание дорогого ледокольного флота, который занят в перевозке

грузов. Достоинства заключается в том, что пока все товары для товаров Норильского Никеля всегда будет необходимое место.

Данный способ по времени занимает около 500 часов на полный демонтаж вентилятора и на его монтаж уйдет примерно столько же времени. В таком случае вентиляторная установка выйдет из эксплуатации на 45 дней, что повышает риски. Так как всегда необходим один вентилятор в резерве.

Так как вентиляция рудника является важной составляющей производства, потому что обеспечивает горные выработки свежим воздухом для сохранения жизни горнорабочих и поддержания их трудоспособности. Для сокращения простоя вентилятора целесообразно проводить ремонт в условиях рудника.

Способы восстановления необходимо выбирать на основе степени повреждения. Существует большое количество способов восстановления цилиндрических поверхностей различных размеров. Наиболее подходящими в нашем случае это:

1. Метод газодинамического напыления;
2. Наплавка поверхности;
 - 2.1 Ручная дуговая покрытыми электродами
 - 2.2 Вибродуговая наплавка
 - 2.3 Электрошлаковая
 - 2.4 Плазменная
 - 2.5 Электродуговая наплавка под флюсом
 - 2.6 В защитной среде
 - 2.7 Порошковой проволокой и лентой
 - 2.8 Газовая
 - 2.9 Лазерная
 - 2.10 Электронно-лучевая
 - 2.11 Электроконтактная
 - 2.12 Взрывом
 - 2.13 Индукционная
 - 2.14 Электроискровая

3. Восстановление с применением композиционных материалов **Belzona** **Метод газодинамического напыления**

Газодинамическое напыление металла осуществляется с целью придания поверхностям металлических и неметаллических изделий требуемых свойств. Повышение таких свойств как: электро- и теплопроводности, прочности, защита от воздействия коррозионных процессов, восстановление геометрических размеров и т. д. При этом в зависимости от конкретной задачи, зависящей от металла изделия, подбирается необходимое оборудование, расходные материалы и технология выполнения напыления. Чаще всего поверхности подлежат металлизации, при этом наносимое покрытие имеет высокую адгезию с материалом, на которую оно наносится, а изделие получается механически прочным. Напыляться могут чисто металлические порошки или смеси, в состав которых, помимо металлической составляющей, вводится керамический порошок в определенных количествах. Это значительно удешевляет технологию получения порошкового покрытия и не сказывается на его свойствах.

Сущность метода холодного газодинамического напыления заключается в нанесении и закреплении на поверхности изделия или детали твердых частиц металла или смеси материалов размером от 0,01 до 50 мкм, разогнанных до необходимой скорости в воздухе, азоте или гелии рисунок 13. Такой материал называют порошковым. Это частицы алюминия, олова, никеля, баббиты разных марок, смесь алюминиевого порошка с цинком. Среда, с помощью которой осуществляют перемещение материала, может быть холодной или подогреваться до температуры не выше 700 °С.



Рисунок 13 – Схема газодинамического напыления

По сравнению с термическими способами, газодинамический метод обладает рядом преимуществ:

- Покрытие наносится в воздушной атмосфере при нормальном давлении, при любых значениях температуры и влажности атмосферного воздуха;
- При нанесении покрытий оказывается незначительное тепловое воздействие на покрываемое изделие (изделие в зоне нанесения покрытия не нагревается выше 100-150 °С), что исключает возникновение внутренних напряжений в изделиях и их деформацию, а также окисление материалов покрытия и детали;
- Технология нанесения покрытий экологически безопасна (отсутствуют высокие температуры, опасные газы и излучения, нет химически агрессивных отходов, требующих специальной нейтрализации);
- При воздействии высокоскоростного потока напыляемых частиц происходит очистка поверхности от технических загрязнений, масел, красок и активация кристаллической решетки материала изделия;
- Поток напыляемых частиц является узконаправленным и имеет небольшое поперечное сечение. Это позволяет, в отличие от традиционных

газотермических методов напыления, наносить покрытия на локальные (с четкими границами) участки поверхности изделий;

- Возможно нанесение многокомпонентных покрытий с переменным содержанием компонентов по его толщине;
- Возможно нанесение различных типов покрытий с помощью одной установки;
- Возможно использование оборудования не только в стационарных, но и в полевых условиях.

Недостатком газодинамического напыления является возможность нанесения покрытий только из относительно пластичных металлов, таких как медь, алюминий, цинк, никель и др. Не производительный процесс. Для вентилятора главного проветривание восстановление опорной шейки с применением пластичных материалов не допустимо, так как вентилятор эксплуатируется под высокими нагрузками.

Наплавка – это способ нанесения металлического слоя на поверхность заготовки путем сварки плавлением. Принцип основывается на физических диффузионных свойствах расплавленных металлов. Весь процесс происходит на молекулярном уровне, в таком случае связь получается очень прочной. Чтобы соединить составы, поверхность основы разогревается до температуры плавления.

Наплавка цилиндрической поверхности выполняется тремя способами
рисунок 14:

- 1) валиками вдоль образующей цилиндра;
- 2) валиками по замкнутым окружностям;
- 3) по винтовой линии.

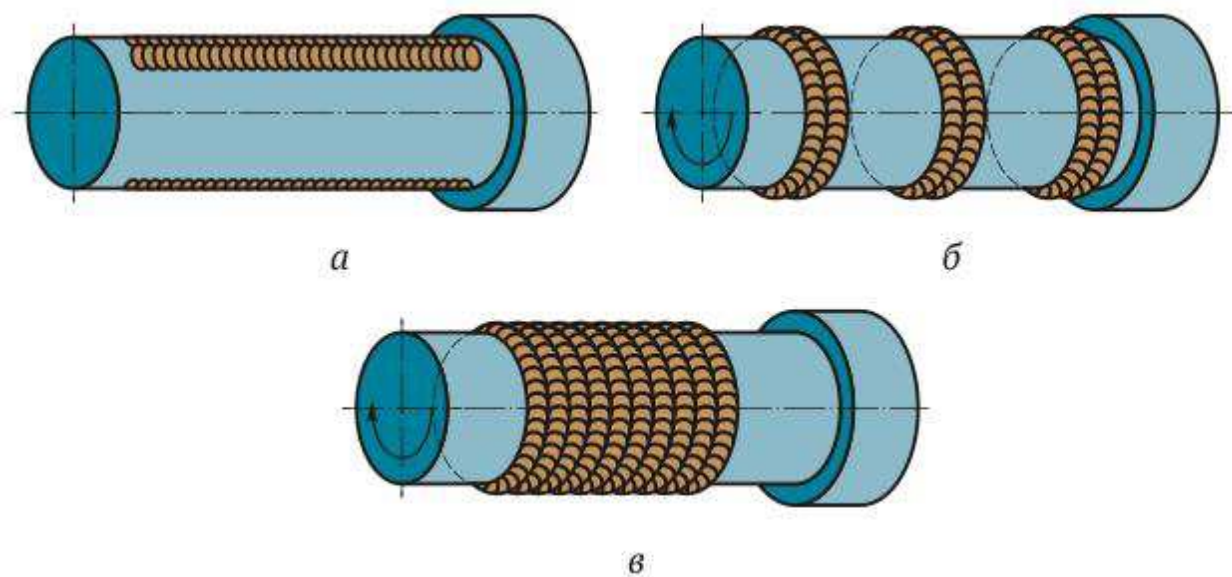


Рисунок 14 - Наплавка цилиндрической поверхности:

а — валиками вдоль образующей цилиндра; б — валиками по замкнутым окружностям; в — по винтовой линии

Одновременно до жидкого состояния плавится присадка. В процессе слияния двух материалов образовывается однородный состав с высокими показателями прочности и надежности. В наши дни на разных производственных участках используется большое количество технологий и способов наплавки металлов. Выбор оптимального варианта зависит от условий производства, вида наплава и типа материала.

Достоинства

Основные достоинства: процесс остается устойчивым в обширном диапазоне плотностей тока: 0,2-300 А/мм², возможность наплавки слоев большой толщины за один проход, данный способ может применяться для работы с материалами, склонными к образованию трещин, возможность придавать наплавленному металлу нужную форму.

Недостатки

К недостаткам относят низкую производительность, загазованность в месте производства работ, сложность получения необходимого качества наплавленной поверхности. Наплавку плавящимся электродом ведут по той же

технологии, что и обычную сварку. Перед наплавкой поверхность тщательно зачищают, следя особенно за тем, чтобы не осталось жировых пятен и коррозии. Так же недостатком данного способа является сильный перегрев вала, что может повести увеличение простоя вентилятора в случае перекоса вала. Увеличение простоя связано с балансировкой вала, так как если вал будет не отбалансирован, то будет большое биение, из-за которого будет разбивать подшипники и подшипниковые опоры.

Восстановление с применением композиционных материалов Belzona

Belzona (Супер Металл) - двухкомпонентная ремонтная паста универсального применения, предназначенная для восстановления металлических поверхностей с рабочей температурой до 90 °С во влажных условия на основе эпоксидной смолы с добавлением кремнистой стали в сочетании с высокомолекулярными реактивными полимерами и олигомерами.

Износ и старение значительной части основных фондов предприятий, особенно остро стоят в последнее время и резко повышает актуальность современных технологий на основе ремонтных композитов **Belzona** холодного отверждения. Стало возможным не только вернуть в строй множество машин и оборудования, но и обеспечивать увеличение ресурса их работы. При этом экономия средств предприятий достигается за счёт снижения затрат на закупку новых запчастей, нового оборудования, существенного уменьшения времени на ремонт и демонтаж/монтаж. Кроме того, этот метод позволяет выполнять работы, в недоступных традиционными способами местах расположения оборудования, не останавливать технологический процесс, а также в тех случаях, когда применение горячих и сварочных работ недопустимо из-за соображений техники безопасности или невозможно из-за температурных деформаций металла, в таблице 7, таблице 8 представлены технические характеристики пасты.

Работы выполняются на месте поломки без нагревания и давления, что позволяет проводить ремонты без демонтажа оборудования, в

неприспособленных помещениях, с высокой производительностью и необходимым качеством.

Таблица 7 – Технические характеристики пасты

Пропорции смешивания (основа: отвердитель)	3:1 (по объему)	5:1 (по весу)
Жизнеспособность	15 мин при 25 ⁰ С	
Срок годности	5 лет	
Устойчивость к сухому жару	200 ⁰ С	
Адгезия (прочность на сдвиг)	Низкоуглеродистая сталь: 19,2 МПа	Нержавеющая сталь: 20,4 МПа
Прочность на сжатие	66,3 Мпа при 20 ⁰ С	
Удельный объем	398 см ³ /кг	
Температура тепловой деформации	53 ⁰ С (отвердевание при 20 ⁰ С)	91 ⁰ С (отвердевание при 100 ⁰ С)
Износостойкость	Абразивные круги Н10-852 мм ³	Абразивные круги CS17- 24 мм ³

Таблица 8 – Время отвердевания в зависимости от температуры

Температура	10 ⁰ С	15 ⁰ С	20 ⁰ С	25 ⁰ С
Нагрузка и погружение не допускается	3 ч	2 ч 15 мин	1 ч 45 мин	1 час
Механическая обработка и (или) легкая нагрузка	4 ч	3 ч	2 ч	1 час 30 мин
Полная механическая или тепловая нагрузка	2 сут	1,5 сут	1 сут	20 ч
Погружение в химические среды	4 сут	3 сут	2 сут	1,5 сут

Преимущества материалов и технологий ПКМ Belzona 1111 (Супер Металл):

- Минимизация простоев;
- Защита оборудования от износа, разрушения или воздействия химических веществ;
- Увеличение срока службы оборудования (от 5 до 15 лет);
- Снижения затрат за счет отсутствия необходимости в разборе оборудования;
- Покрытия Belzona не токсичны, не подвержены усадке, стойки к агрессивным и абразивным средам (кислотам и щелочам, различного рода нефтепродуктам), пластичны;
- Покрытия Belzona позволяют соединить разнородные материалы (металлы с неметаллами, чёрные и цветные металлы и их сплавы, бетон, дерево, керамику, резины и др.);
- Металлополимеры Belzona способны создавать прочные объёмы, восстанавливая размеры и форму поврежденных или изношенных деталей;
- В зависимости от характера повреждения предлагаются различные виды по вязкости, температурным особенностям и устойчивости к износу (стиранию);
- Возможность восстановления деталей различного диаметра;
- Высокопроизводительный метод восстановления.

В процессе ремонта машин и энергетического оборудования специалистам ремонтных предприятий очень часто приходится решать проблемы, связанные с восстановлением изношенных или поврежденных посадочных мест подшипников на валах роторов и в подшипниковых корпусах электродвигателей и насосов, поврежденных шпоночных канавок на валах, с герметизацией трещин в торцевых крышках, а также другие проблемы, связанные с механическими повреждениями.

Традиционно эти проблемы решаются наплавкой поврежденных участков с помощью электродов. При этом:

- термическое воздействие на ротор обычно приводит к изменениям в структуре металла и деформации вала, что в свою очередь создает внутренние напряжения, требует последующей его балансировки и в результате негативно сказывается на сроке эксплуатации оборудования;

- наплавка подшипниковых гнезд в чугунных крышках помимо достаточной трудоемкости этой операции, как правило, приводит к образованию трещин;

- в случае повреждения шпоночной канавки при традиционном ремонте (независимо от того, наплавляется ли поврежденная канавка или нет) необходима фрезерная операция.

Кроме того, традиционный способ решения этих проблем:

- не всегда возможен по тем или иным причинам;
- практически всегда предполагает перемещение ремонтируемого узла между участками, которые могут располагаться в противоположных концах здания цеха или даже в разных зданиях, что в конечном итоге приводит к увеличению затрат.

Альтернативным способом решения вышеуказанных проблем может быть использование двухкомпонентных полимерных продуктов Belzona серии 1111 (Металлические полимеры), которые позволяют:

- выполнять ремонт без термического воздействия на ремонтируемый участок (т.е. без деформаций и балансировки), поскольку полимеризация продуктов происходит при температуре окружающей среды;

- выполнять ремонт с последующей токарной обработкой для получения необходимых размеров (продукты легко обрабатываются обычными резцами типа ВК), или с помощью технологии формирования, которая предполагает получение номинальных размеров без последующей механической обработки (токарной, фрезерной). При применении технологии формирования ремонт можно выполнить на одном рабочем месте без перемещения деталей между участками.

Проанализировав достоинства и недостатки выше представленных методов, можно прийти к выводу что метод с применением композиционных материалов Belzona 1111 позволяет сократить время устранения дефекта. Так же при ремонте этим методом не происходит перегрева ремонтируемого участка. Что не требует дополнительных операции. Так же такой способ повышает срок службы вентилятора на 5-15 лет.

Существует практика восстановления посадочного места под подшипник с применением Belzona 1111, ремонт проводился на пивоваренном заводе в городе Казань. Данный способ восстановления проводился в октябре 2020 года и занял по продолжительности 2 рабочих дня. Только есть отличительная особенность в том, что процесс производился на демонтированном валу.

3.2 Технологический процесс восстановления вала с применением композиционных материалов

Организация работ по ремонту осуществлялась с помощью систем сетевого планирования и управления. Главным элементом этой системы является сетевой график, он представляет собой графическое изображение событий и работ, связанных с ремонтом данного оборудования от начального события до завершающего события рисунок 15.

Какие работы входят в каждый этап восстановления описаны в таблице 9.

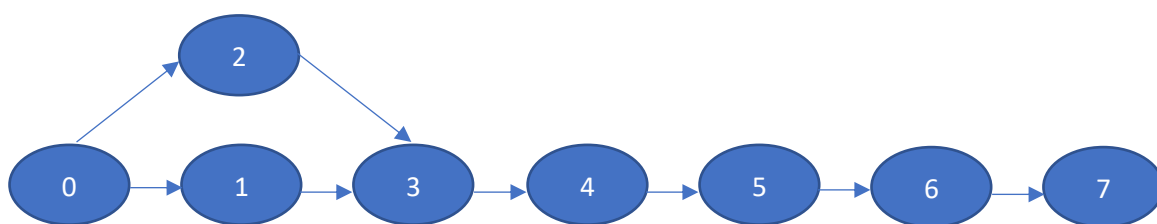


Рисунок 15 - Укрупненный сетевой график ремонта опорной шейки вала

Таблица 9 - Порядок проведения ремонта

№ работ	Наименование работ
0-1	Демонтаж подшипника
0-2	Доставка материала
1-3	Определение характеристик дефекта
2-3	Разработка технологической карты для процесса восстановления
3-4	Процесс подготовки вала к нанесению Belzona
4-5	Токарная обработка места восстановления для нанесения
5-6	Процесс восстановления
6-7	Монтаж подшипника

Графическое изображение вала и его размеры представлены на рисунке 16.

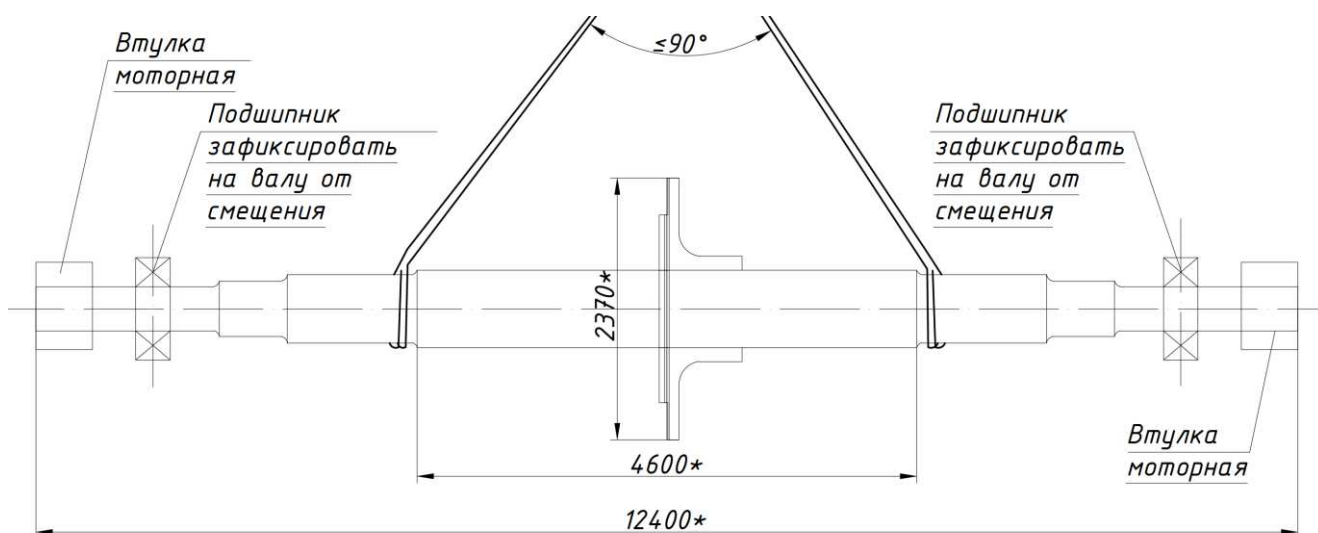


Рисунок 16 – Изображение вала вентилятора

Демонтаж подшипника будут производить по следующей технологии, представленной в приложении А также в приложении представлены требования

к профессиональному составу, осуществляющему демонтаж подшипника и материалы, которые необходимы в процессе демонтажа.

Обоснование выбора способа восстановления представлено в главе 2.

Данные о характере износа и режимах работы вала вентилятора представлены в таблице 10, изображение повреждения опорной шейки вала представлено на рисунке 17, данные повреждения произошли в результате выхода из строя обоймы подшипника и не преждевременной остановке вала.

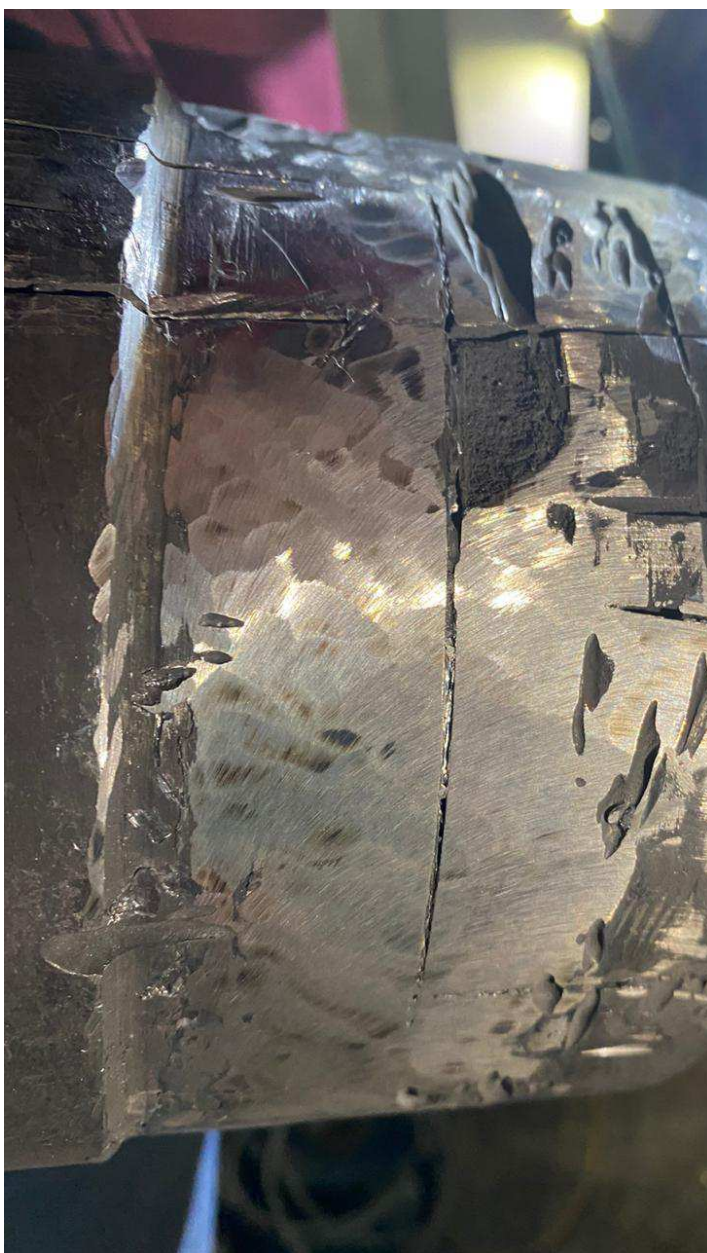


Рисунок 17 – Повреждения вала

Таблица 10 - Состояние объекта и режим работы

Наименование узла	Тип оборудования	Посадочный диаметр, мм	Материал	Вид и размер дефекта	Траб, °С	Обороты, Мин ⁻¹
Вал	ВЦД-47 «север»	400	Ст.	Износ шейки до 2,5 мм	50, наибольшая 80	500

Технологическая карта для процесса восстановления представлена в таблице 11. Так же в данной технологической карте указано сколько времени затрачивается на выполнение операции, какие необходимы инструменты и материалы, механизмы для выполнения то или иной операции. Технологическая карта необходима для того, чтобы правильно выполнить технологию ремонта, чтобы после ремонта оборудование соответствовало условиям, в которых будет эксплуатироваться. В процессе восстановления будет использоваться токарный станок Mirage Machines MST600 представленный на рисунке 18. Дынный станок устанавливается не посредственно на сам и автоматически его обтачивает.

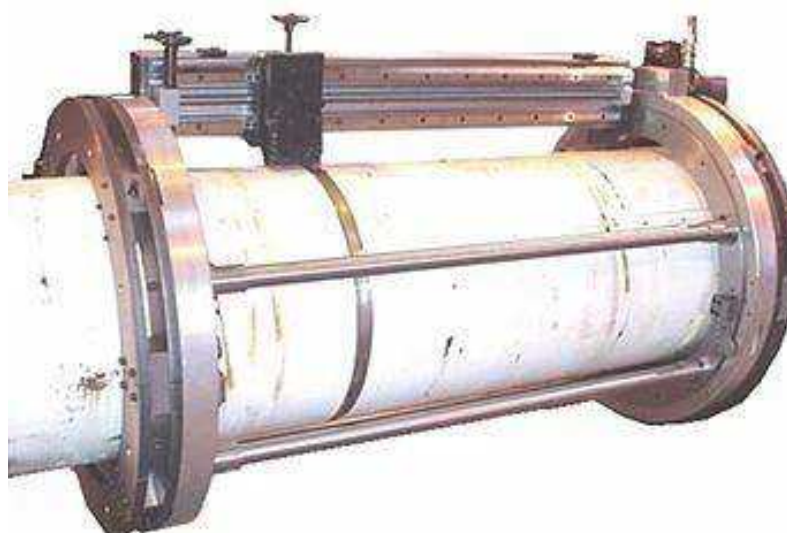


Рисунок 18 – Мобильный токарный станок Mirage Machines MST600

Данный станок позволяет осуществлять ремонт или обработку шейки вала и подобных габаритных изделий выполнять без перемещения и демонтажа с помощью мобильных токарных станков. Одним из наилучших решений является использование стандартных моделей от MIRAGE MACHINES - MST300-915. Станок включает в себя восемь крепежных кулачков как на приводных, так и на опорных подшипниках, а также эксцентриковую предварительную нагрузку на приводной механизм. Конструкция станка позволяет производить его юстировку, что позволяет достичь отличных результатов по точности обработки. Вместо токарного модуля может быть установлен фрезерно-сверлильный шпиндель. Главные особенности:

Легко регулируемый и управляемый радиальный привод с преднатягом

Регулируемый осевой ход

Гидравлический или пневматический привод

Модульная конструкция

8 установочных кулачков для обеспечения жесткости конструкции

Технические характеристики станка представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики токарного станка	
Характеристика	Значение
Максимальный диаметр обработки	300-610 мм
Максимальная длина обработки	5000 мм
Потребляемая мощность	4,02 кВт
Вес	250 кг

Таблица 11 – Технологическая карта на процесс восстановления шейки вала

№ п/п	Расширенное описание к задаче/операции	Профессионально-квалификационный состав			Трудоемкость, чел.-час.	Продолж-сь операции	Затраты машин и механизмов		Требования к составу средств технологической оснастки Потребность в инструментах:	
		Профессии	Состав звена,	Разряд			Наименование машин и механизмов	Продолжит.	Наименование	Количество
Подготовительные операции										
1	Установить на вал мобильный токарный станок Mirage Machines MST600 для механической обработки диаметра шейки	Электрослесарь	4	5	0,8	0,2				
2	Очистить шейку от грязи, смазки	Электрослесарь	4	5	1,2	0,3			Ветошь, металлическая щетка	5кг 2 шт.
3	Промыть шейку очистителем	Электрослесарь	4	5	0,8	0,2			Кисть, очиститель В9111, ацетон ЧДА	2шт 1 л 1,5 л
4	Высушить поверхность	Электрослесарь	4	5	0,8	0,2			Тепловой пистолет (фен) Bosch GHG 23- 66 Professional 06012A6301	1 шт.
5	Дефектовать поверхность на наличие трещин	Электрослесарь	4	5	0,4	0,1			Лупа увеличительная x4	1 шт.

6	Измерить длину изношенного участка и глубину износа шейки во взаимно перпендикулярных сечениях	Электрослесарь	4	5	0,8	0,2			Скоба микрометрическая МК-500 0,01, набор щупов, слесарная ленточка	1 шт. 1 шт. 1 шт.
Токарная обработка										
7	Точить шейку на длине зоны износа на глубину до полного устранения следов износа но не менее, чем на 3 мм относительно номинального диаметра вала. Начало и конец проточенного участка должны отстоять от краев шейки не менее чем на 3 мм	Электрослесарь	4	5	8	2,0	Мобильный токарный станок Mirage Machines MST600	2		
8	На проточенной поверхности нарезать винтовую канавку с шагом 1,0-1,5мм, глубина канавки 1,0мм. Необходимо обеспечить рваную поверхность канавки.	Электрослесарь	4	5	6	1,5	Мобильный токарный станок Mirage Machines MST600	1,5		
9	Обезжирить проточенную поверхность очистителем Белзона 9111 или ацетоном ЧДА	Электрослесарь	4	5	0,8	0,2			Кисть, очиститель В9111, ацетон ЧДА	2шт 1 л 1,5 л
10	Высушить поверхность	Электрослесарь	4	5	0,8	0,2			Тепловой пистолет (фен) Bosch GHG 23-66 Professional 06012A6301	1 шт.
Процесс нанесения Belzona 1111										

11	Контролировать температуру и влажность воздуха и температуру поверхности вала. Температура поверхности вала должна быть не ниже 15 °С и на 3 °С выше точки росы	Электрослесарь	4	5	0,8	0,2			Пирометр (бесконтактный термометр) RGK PL-12, измеритель температуры и влажности воздуха	
12	Отмерить и перемешать компоненты материала Belzona 1111	Электрослесарь	4	5	1,2	0,3			Belzona 1111 (соотношение по объему: 3 части базы и 1 часть отвердителя), шпатель, рабочая пластина	
13	Нанести по окружности на участок подготовленной поверхности шириной 100-120мм грунтующий слой Belzona 1111, тщательно втирая материал в поверхность	Электрослесарь	4	5	2	0,5			Шпатель, рабочая пластина	
14	Отмерить и перемешать компоненты материала Belzona 1111, ориентировочно 1,5 кг готовой смеси за один прием	Электрослесарь	4	5	1,2	0,3			Belzona 1111 (соотношение по объему: 3 части базы и 1 часть отвердителя), шпатель, рабочая пластина	
15	Нанести на огрунтованную поверхность слой Belzona 1111 с образованием припуска 2-2,5 мм относительно изношенной поверхности шейки. Материал наносить не допуская образования в нем воздушных полостей	Электрослесарь	4	5	6	1,5			Рабочая пластина, шпатель,	
16	Повторить операции п.п 9-12 до полного заполнения проточенной поверхности	Электрослесарь	4	5	0,8	0,2				

17	Провести предварительную полимеризацию материала в течение не менее 4-х часов при температуре окружающего воздуха 18 ⁰ С	Электрослесарь	4	5	16	4				
18	Провести окончательную полимеризацию материала в течение не менее 16-ти часов при температуре поверхности материала не ниже 80 ⁰ С. Контроль температуры вести контактными либо бесконтактными измерителями температуры	Электрослесарь	4	5	64	16			Пирометр (бесконтактный термометр) RGK PL-12	1 шт.
19	Дать валу остыть до температуры не выше 25 ⁰ С	Электрослесарь	4	5	8	2				
20	Проверить обработанную поверхность на наличие раковин	Электрослесарь	4	5	0,4	0,1				
21	Обнаруженные раковины рассверлить до металла и заполнить материалом Belzona 1111	Электрослесарь	4	5	2	0,5			Электродрель, набор сверел, рабочая пластина, шпатель, Belzona 1111	
22	После полимеризации материала в соответствии с п.п.17 точить восстановленную поверхность в соответствии с рекомендациями п.п.20 окончательно в номинальный размер с припуском 0,02мм на доводку	Электрослесарь	4	5	12	3				
23	Шлифовать проточенную поверхность шлифовальной шкуркой в номинальный размер	Электрослесарь	2	5	3	1,5			Шлифовальная шкурка	
24	Выполнить контрольные промеры шейки	Электрослесарь	2	5	0,4	0,2			Скоба микрометрическая МК-500 0,01	
Итого:						138,2	35,4			

В приведенной выше технологической карте по ремонту шейки вала с применением композиционных материалов мы видим, что время затрачиваемое на процесс восстановления занимает 1 сутки 11 часов 24 минуты, восстановленный вал на месте установки представлен на рисунке 19, на рисунок 20 представлена сама шейка вала после восстановления. Как провели ремонт можно приступить к монтажу подшипника. Монтаж подшипника будет проводиться на основе технологической карты по монтажу подшипника на вал вентилятора приложение Б.



Рисунок 19 – Восстановленный вал на месте установки вентилятора



Рисунок 20 – Восстановленная шейка вала

В итоге ремонт по восстановлению опорной шейки вал занял 2 суток и 8 часов, а замена вентилятора занимает 60 дней. Мы видим, что с помощью ремонта удалось сократить время простоя вентилятора на 57 дней.

4 Экономическая часть

В настоящее время на предприятии вентилятор главного проветривания при износе вала, заменяют на новый. В данной работе предлагается проводить восстановительный ремонт, а не приобретать новый вентилятор. С целью определения экономического эффекта от мероприятия по ремонту вала, вместо покупки нового вентилятора производим расчёт затрат на ремонт вала и приобретение нового вентилятора, (данные для расчёта взяты на предприятии ПАО ГМК «Норильский никель»).

Расчет временных затрат производится с помощью нормирования затрат рабочего времени в процессе производства работ. Нормирование дает возможность эффективно использовать оборудование, выявлять потери рабочего времени, что в свою очередь оказывает влияние на снижение себестоимости производимой продукции (выполняемых работ).

Расчет затрат времени на восстановление опорной шейки вала производится по фактическим показателям.

Временные затраты представлены в таблице 12

Таблица 12 – Расчет временных затрат на восстановление шейки вала

№п/п	Виды работ	Количество времени, чел-час
1	Демонтаж подшипника	28,8
2	Подготовительные операции	4,8
3	Токарная обработка	15,6
4	Процесс нанесения Belzona 1111, включая сушку	117,8
5	Монтаж подшипника	56
	Итого	223

Имеется два способа обеспечения работоспособности вентиляторов главного проветривания, связанные с износом опорной шейки вала, при этом затраты будут следующие:

Замена вентилятора на новый, это будет связано со следующими затратами:

Амортизация вентилятора будет равна:

а) $100\ 000\ 000 \cdot 10\% = 10\ 000\ 000$ руб.

б) Затраты на демонтаж старого и монтаж нового вентилятора, потери включают расходы на следующее

Заработная плата рабочих, занятых заменой вентилятора

$1000 \cdot 1790 \text{ чел-час} = 1\ 790\ 000$ руб.

Отчисления во внебюджетные фонды

$1\ 790\ 000 \cdot 0,302 = 540\ 580$ руб.

Расходы на материалы 450 000 руб.

Прочие расходы $12\ 580\ 580 \cdot 0,3 = 3\ 774\ 174$ руб.

Ремонт изношенной шейки вала:

а) Заработная плата рабочих, занятых ремонтом вентилятора

$1000 \cdot 223 \text{ чел-час} = 223\ 000$ руб.

б) Отчисления во внебюджетные фонды

$223\ 000 \cdot 0,302 = 67\ 346$ руб.

в) Расходы на материалы 200 000 руб.

г) Прочие расходы $490\ 346 \cdot 0,10 = 50\ 000$ руб.

Общая сумма расходов, связанных заменой по сравнению с ремонтом приведена в таблице 13

Таблица 13 – Расчёт затрат на замену вентилятора и ремонт опорной шейки вала

Вид затрат	Замена	Ремонт
Амортизация	10 000 000 руб.	-
Расходы на материалы (ключи, оборудование и т.д.)	400 000 руб.	200 000 руб.

Окончание таблицы 13

Вид затрат	Замена	Ремонт
Заработная плата рабочих	1 790 000 руб.	223 000 руб.
Отчисления на социальное страхование	540 580 руб.	67 346 руб.
Прочие затраты	3 774 174 руб.	50 000 руб.
Итого	16 504 754руб.	540 346 руб.

Экономический эффект от ремонта опорной шейки вала вентилятора составит:
 $16\,504\,754 - 540\,346 = 15\,964\,408$ руб.

Расчёты, приведённые выше, показывают (табл.13): затраты на замену вентилятора существенно превышают затраты на восстановление опорной шейки вала путём ремонта. Таким образом, экономический эффект от предложенного в работе мероприятия при его реализации выразится в сумме 15 964 408 рублей.

Эффективность метода составила $\text{Эф}=0,16$

Окупаемость метода $\text{Ток}=6$ лет

5. Охрана труда

5.1 Правила безопасности при эксплуатации главных вентиляторных установок

На участке, эксплуатирующем или обслуживающем вентиляторные установки должны быть в наличии инструкции по безопасному производству всех видов работ, технологические карты (проекты производства работ) по обслуживанию и ремонту оборудования и механизмов (разработанные исполнителем работ и согласованные с представителем участка эксплуатации вентиляторных установок), утвержденные техническим руководителем рудника.

При эксплуатации ГВУ должны осматриваться ежесуточно работниками, назначенными техническим руководителем рудника; еженедельно главным механиком и руководителем ПВС.

Система автоматического управления ГВУ должна находиться в исправном состоянии и осуществлять контроль за работой механического и электрического оборудования, входящего в состав комплекса ГВУ.

Запуск, остановка, реверсирование воздушной струи, регулирование параметров работы вентиляторных установок без постоянного присутствия моториста в здании ГВУ должны осуществляться с пульта управления установленного в здании ГВУ или с дистанционного пульта управления (установленного по проекту) согласно выбранного режима (местное или дистанционное управление).

На вновь вводимых и реконструируемых главных вентиляторных установках при проектной эксплуатации без присутствия моториста ГВУ должны выполняться следующие требования:

- вентиляторная установка должна быть оборудована самопишущими приборами, постоянно регистрирующими производительность вентилятора и создаваемую им депрессию, а также устройствами, сигнализирующими на пульт дистанционного управления об отклонениях работы вентиляторной установки от заданных параметров (производительность, депрессия, температура и вибрация подшипников электродвигателей и вентиляторов);

- обеспечены дистанционный пуск и остановка электродвигателей вентилятора, и дистанционное реверсирование вентиляторной струи;

- обеспечен контроль положения технологических ляд;

- в здании ГВУ смонтирована система промышленного телевидения, с выводом изображения в помещение, где установлен пульт дистанционного управления; пульт дистанционного управления и контроля работы вентиляторной установки должен находиться в диспетчерском пункте или в помещении одной из постоянно обслуживаемых стационарных установок на поверхности рудника, имеющем телефонную связь, где должны быть обеспечены постоянное наблюдение за

действиями сигнализирующей аппаратуры и регистрация в журнале всех поступающих сигналов.

При отсутствии дистанционного пульта управления ГВУ в здании ГВУ должен находиться моторист, контролирующий параметры работы и осуществляющий регулирование режимами работы.

5.2 Правила безопасности при техническом обслуживании

Оператор главной вентиляторной установки и персонал, обслуживающий механизмы, участвующие в комплексе, должны пройти вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте по технике безопасности, который повторяется не реже 1 раза в 3 месяца и при каждом переходе этих рабочих на новое место работы или при изменении условий их труда

Техническое обслуживание оборудования вентиляторных установок осуществляется в соответствии с инструкцией по эксплуатации и системой планово-предупредительных ремонтов, утвержденных техническим руководителем рудника. На каждой вентиляторной установке должны быть следующие документы:

- паспорт вентиляторной установки;
- книга учета работы вентилятора;
- книга осмотра вентиляторных установок и проверки реверсирования;
- годовой график работ по техническому обслуживанию и ремонту;
- книга учета нарядов на техническое обслуживание и ремонт оборудования, агрегатный журнал;
- журнал приема-сдачи смен обслуживающим персоналом;
- схемы электроснабжения, сигнализации и связи.

Техническому обслуживанию подлежат:

- Направляющие и спрямляющие устройства;
- Рабочее колесо ГВУ;
- Подшипники и валы;
- Соединительные муфты;

- Системы смазки;
- Тормозные устройства ГВУ;
- Электрических машин;
- Высоковольтных реверсоров;
- Низковольтной аппаратуры;
- Аппаратуры КиП и А.

Графики планово-предупредительных ремонтов оборудования вентиляционных установок составляет служба главного механика, главного энергетика рудника на основе системы ежесменных, ежесуточных и еженедельных осмотров.

В комплекс периодически проводимых организационно-технических мероприятий входят ремонтный осмотр и ремонты: текущий, планово-предупредительный, капитальный. В таблице 1 представлен весь комплекс основных ремонтных воздействий.

При осмотре верхних узлов и механизмов работы выполняются с инвентарных лесов в монтажных поясах, страховочный фал монтажного пояса надежно крепится за металлоконструкции ляды.

Все осмотры и ремонты выполняет бригада под руководством лица ответственного за техническое состояние оборудования ГВУ или инженерно-технического работника ремонтного персонала, согласно принятого на предприятии вида организации ремонтного обслуживания.

Оборудование, отработавшее моторесурс (амортизационный срок), может быть допущено к работе только после проведения экспертизы промышленной безопасности, с указанием срока повторной проверки.

К обслуживанию и ремонту электроустановок должны допускаться только лица, прошедшие соответствующее обучение и сдавшие экзамен на квалификационную группу допуска по электробезопасности не ниже III до и выше 1000 В.

На каждом пусковом аппарате должна быть четкая надпись, указывающая включаемую им установку, ток уставки максимальной токовой защиты или номинальный ток предохранителя с плавкой вставкой.

При работе в электроустановках должны выполняться организационные и технические мероприятия, предусмотренные соответствующей нормативной документацией.

Включать и отключать отдельные производственные машины и механизмы с помощью пусковой аппаратуры могут лица, получившие разрешение на обслуживание этих машин и механизмов, прошедшие соответствующий инструктаж и имеющие право на самостоятельное их обслуживание. На время отключения на пусковые устройства должен быть вывешен плакат: «Не включать работают люди!».

Перед пуском временно отключенного оборудования его нужно осмотреть, убедиться в готовности к приему напряжения и предупредить работающих на нем персонал о предстоящем включении. Техническое обслуживание элементов и систем главной вентиляторной установки должно осуществляться в соответствии с техническим паспортом на установку, а также внутренних нормативных документов.

5.3 Охрана труда на рабочем месте

Работодатель обязан обеспечить соответствие рабочих мест требованиям охраны труда. Расположение и организация рабочих мест, оборудование и инструменты для работы, воздушная среда и другие условия должны быть безопасными и не угрожать жизни работника.

Для определения того, как работодатель соблюдает требования охраны труда к рабочему месту, проводят специальную оценку условий труда на каждом рабочем месте.

Специальная оценка условий труда — это комплекс мероприятий, с помощью которых выявляются вредные и опасные факторы производства и оценивается их воздействие на организм работника.

Спецоценке подлежат все рабочие места, кроме надомников, дистанционных работников. Проводить специальную оценку условий труда следует не реже одного раза в пять лет. Этот срок отсчитывается со дня, когда были утверждены результаты спецоценки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрено оборудование, эксплуатируемое в условиях ПАО ГМК Норильский никель. Был выполнен анализ работы вентилятора главного проветривания ВЦД-47. Указаны его преимущества, недостатки, технические особенности, порядок работы. Были изучены устройство и технические особенности вентилятора. Выполнен анализ отказов вентилятора.

В ходе анализа отказов вентилятора главного проветривания было выявлено, что основным видом отказов являются отказы по механической части, а в особенности выходы из работоспособного состояния по причине отказов вала рабочего колеса.

В третьем разделе дипломной работы описан процесс восстановления опорной шейки вала.

В четвертом разделе рассчитаны затраты времени и труда на выполнение ремонта. Срок ремонта составил 2 суток и 8 часов. Расчет экономического эффекта при ремонте опорной шейки вала вместо замены вентилятора показал, что выгода восстановления опорной шейки вала, а не замена составляет 15 964 408 рублей.

В пятом разделе рассмотрены правила безопасности при эксплуатации вентиляторов, охрана труда на рабочем месте, техника безопасности при ремонтных работах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Безопасность труда в промышленности: Справочник / Ткачук К.Н.,
- 2 Д.Н. Алыменко, Н.И. Алыменко ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ДЛЯ РУДНИКОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ, 2005 г
- 3 Методические указания по проведению экспертных обследований вентиляМ 54 торных установок главного проветривания (РД 03 -4 2 7 -0 1). Серия 03. Выпуск 11 / Колл. авт. — М.: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-технический центр «Промышленная безопасность», 2009. — 84 с.
- 4 Методологические основы системного проектирования вентиляции шахт/ Кобылкин С.С./ НИТУ «МИСиС»
- 5 Вентиляция шахт и рудников: учеб. пособие / В.И. Голинько, Я.Я. Лебедев, О.А. Муха. – Д.: Национальный горный университет, 2012. – 266 с..
- 6 Кирин Б.Ф., Диколенко Е.Я., Ушаков К.З. Аэрология подземных сооружений (при строительстве). Липецк: Липецкое издательство, 2000

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Технологическая карта на процесс демонтажа подшипника

Описание задачи/операции	Расширенное описание к задаче/операции	Профессионально-квалификационный состав			Трудоемкость, чел.-час.	Продолж-сь операции (час)	Затраты машин и механизмов		Требования к составу средств технологической оснастки Потребность в инструментах:	
		Профессии	Состав звена, чел	Разряд рабочих			Наименование машин и механизмов	Продолжит. использования. Час	Наименование	Количество
Демонтаж подшипника	Отсоединить трубки системы смазки; снять крышку подшипника; демонтировать ранее установленный подшипник	Электрослесарь	4	5	28,8	7,2	Кран мостовой	2	Строп Набор ключей Монтажка	2 2 2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Технологическая карта на процесс монтажа подшипника

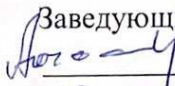
Описание задачи/операции	Расширенное описание к задаче/операции	Профессионально-квалификационный состав			Трудоемкость, чел.-час.	Продолж-сь зоперации (час)	Затраты машин и механизмов		Требования к составу средств технологической оснастки Потребность в инструментах:	
		Профессии	Состав звена, чел	Разряд рабочих			Наименование машин и механизмов	Продолжит. использования. Час	Наименование	Количество
Монтаж подшипника	Подготовить посадочные места под подшипник проверить состояние нового подшипника предварительно промыть его. Смонтировать подшипник на валу предварительно разогретого до 90 градусов. Проверить установку и фиксацию корпуса подшипника на фундаментной плите. Собрать подшипник.	Электрослесарь	4	5	56	14	Кран мостовой	2	Строп Набор ключей Монтажка	2 2 2

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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
 А.С. Морин
« 25 » 01 2022 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04 «Горное дело»

(специальность)

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

(специализация)

Обоснование и разработка технологического процесса восстановления шеек
валов вентиляторов в условиях ремонтной базы ПАО ГМК «Норильский

никель»


тема

Руководитель

 25.01.22
подпись, дата

Чесноков В.Т.

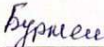
Выпускник

 25.01.22
подпись, дата

Вишняков Д.Р.


Консультанты:

Экономическая часть

 22.01.22.
подпись, дата


Бурменко Р.Р.

Безопасность
жизнедеятельности

 21.01.22
подпись, дата

Галайко А.В.

Нормоконтролер

 25.01.22
подпись, дата

Чесноков В.Т.

Красноярск 2022