

## Введение

ПАО «Гайский горно-обогатительный комбинат» является одним из крупнейших горнодобывающих предприятий Урала. Комбинат входит в группу сырьевых предприятий холдинга УГМК.

В настоящее время комбинат добывает медную, медно-цинковую и серную руду комбинированным способом и производит их частичную переработку.

На обогатительной фабрике руда цветных металлов проходит целый ряд операций, в результате которых значительно повышается содержание полезных металлов: дробление с грохочением и измельчение с классификацией, обезвоживание и сушки. Основная операция обогащения осуществляется методом пенной флотации во флотомашинах фирмы Metso Minerals.

Флотационная машина RCS является последней разработкой фирмы Metso Minerals, в которых реализована концепция камеры чанового типа. конструкция флотомшины RCS наряду со всеми преимуществами чановых флотационных камер обладает уникальными характеристиками аэрационного узла, что позволяет получить идеальные условия для эффективной работы перечистой, основной или контрольной операций. Диапазон типоразмеров флотомшины объемом от 5 м<sup>3</sup> до 200 м<sup>3</sup>.

Флотационные машины RCS™ (система реакторных камер) были разработаны для объединения преимущества чановых флотационных камер и уникальных характеристик аэрационного узла DV™. Применение этих флотационных машин для основной, перечистой и контрольной операций обеспечивает идеальные условия проведения флотационного процесса.

Повышение эффективности флотации достигается за счет:

1 Максимального количества столкновений пузырьков воздуха с минеральными частицами, как внутри аэрационного механизма, так и в объеме флотационной камеры.

2 Эффективного режима формирования взвеси минеральных частиц, а также эффективного удаления песков из флотационной камеры при запуске после остановки.

3 Эффективной диспергации воздуха и равномерного распределение пузырьков по объему камеры.

Производительность машины и качество извлечения минералов обеспечиваются выполнение правил технической эксплуатации флотомашины и своевременным выполнением межремонтного обслуживания.

Техническая эксплуатация - это мероприятие, которое осуществляется обслуживающим персоналом для обеспечения нормального функционирования оборудования при сохранении технико-экономических показателей.

Курсовой проект имеет целью раскрыть мероприятия по технической эксплуатации флотомашины RCS 50 в условиях отделения флотации обогатительной фабрики ПАО «Гайский ГОК».

Для достижение цели необходимо решить следующие задачи:

- указать назначение и принцип работы флотомашины;
- описать конструкцию флотомашины;
- изложить правила эксплуатации флотомашины;
- представить способы смазки узлов трения;
- выполнить проектный и проверочный расчет клиноременной передачи привода блока аэрации;
- разработать чертежи флотомашины

## 1 Теоретическая часть

### 1.1 Назначение и принцип работы

Флотационная машины RCS 50 предназначена для обогащения медной руды.

Диаметр ёмкости – 4500 мм

Высота ёмкости – 4180 мм

Эффективный объём – 50 м<sup>3</sup>

Требования по воздуху:

давление 38 кПа; объем в камере 530 фут<sup>3</sup>/мин

мощность электродвигателя 75 кВт

Ротор: частота вращения 140 об./мин; диаметр 870 мм; число лопастей 10; полиуретановое покрытие поверх каркаса из низкоуглеродистой стали; направление вращения по часовой/против часовой стрелки.

Диффузор: диаметр – 1380 мм; полиуретановое покрытие поверх каркаса из низкоуглеродистой стали.

Для того, чтобы эффективно извлечь минералы за счет флотации, необходимо выполнить следующие операции:

-измельчение руды до размера, который достаточно мал, чтобы освободить минералы меди друг от друга и от безрудных ( не имеющих ценности) минералов;

-создание условий, благоприятных для закрепления нужных минералов на воздушных пузырьках добавлением реагентов;

-формирование восходящего потока воздушных пузырьков в рудной пульпе;

-образование устойчивой, насыщенной минералами, пены на поверхности рудной пульпы;

- удаление насыщенной минералами пены.

Ключевой элемент для успешной концентрации с помощью флотации находится в манипуляции широким спектром реагентов, которые позволяют успешно и избирательно удалять выбранный минерал или группу минералов из рудной пульпы за счет прикрепления к воздушным пузырькам.

Аэрация пульпы во флотационной машине необходима для того, чтобы:

- обеспечить прикрепление к пузырькам частиц, поднимаемых на поверхность;
- создать и сохранить столб пены для контроля качества и содержания влаги во флотируемом концентрате;

- управлять удалением концентрата с поверхности камеры.

Флотационный механизм серии DVH включает защищённый патентом механизм вертикальных лопастей с фасонным профилем нижней кромки для регулирования скорости нагнетания и направления потока, соединенный с верхним профилем для улучшения рециркуляции пульпы. Вертикальные лопасти статического диффузора обеспечивают сильные радиальные структуры потоков и эффективно подавляют завихрение в ёмкости.

Механизм создает очень сильные радиальные структуры потоков (1), которые проходят до стенок ёмкости.

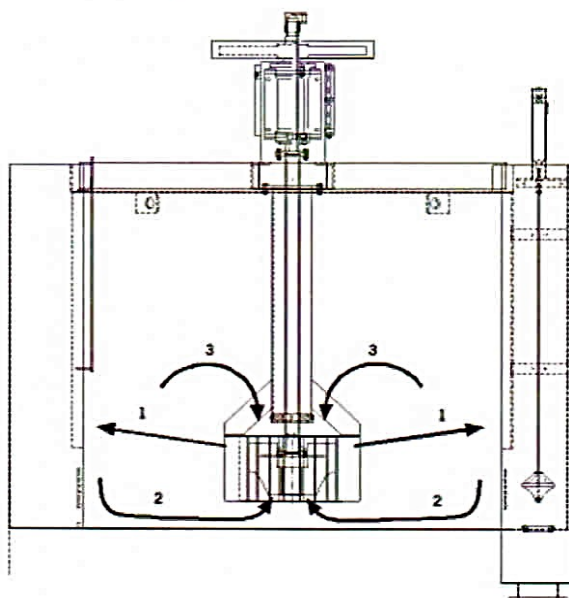


Рисунок 1 – Структура потоков

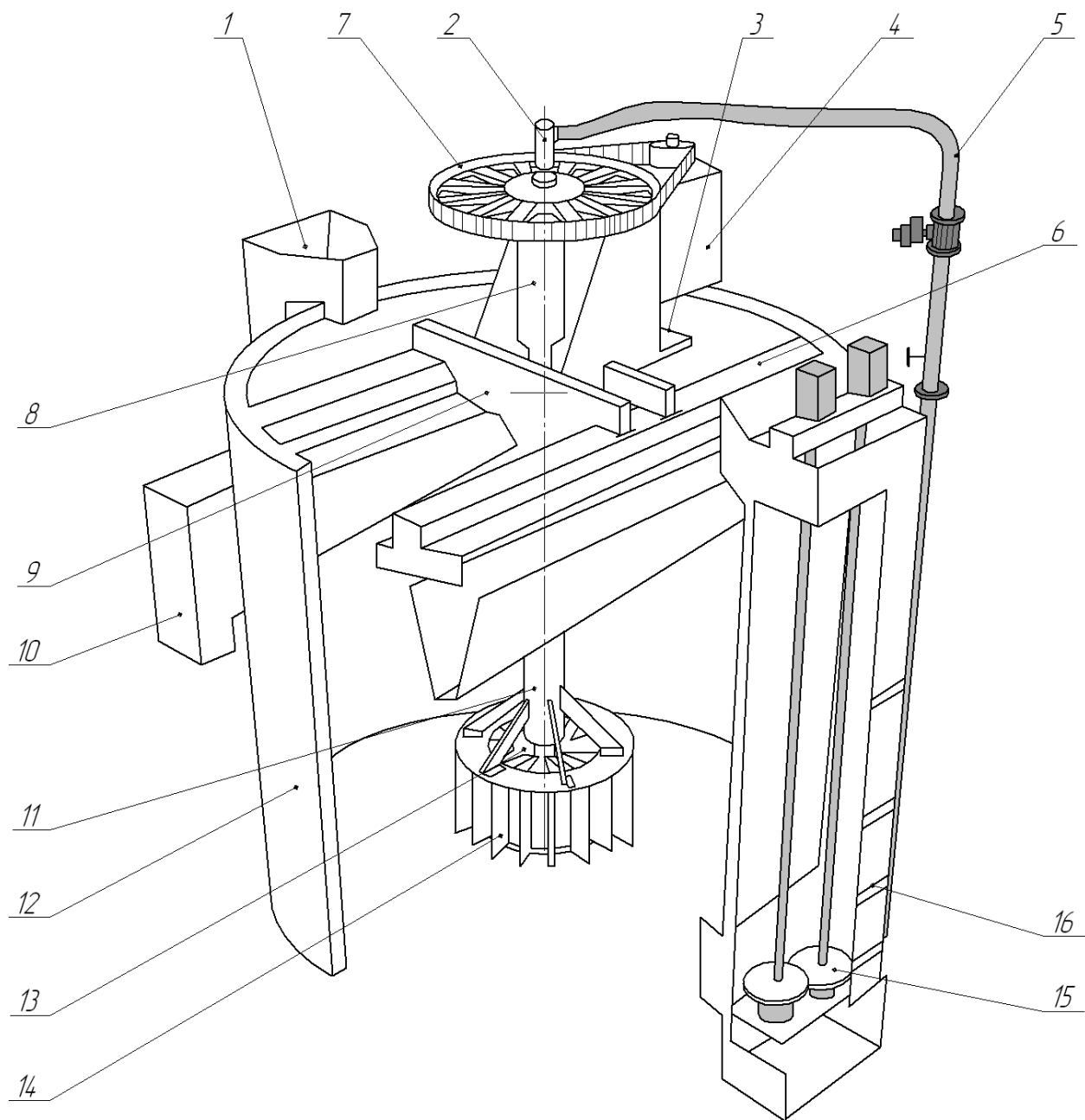
Основной обратный поток (2) движется поперек основания ёмкости в створ снизу ротора. Обратный поток (1) исключает запесочивание на основании (дне) камеры и сводит к минимуму закорачивание за счет направления нового питания прямо в ротор. Дополнительная верхняя циркуляция (3) создается открытой усеченной конструкцией ротора, направляя многочисленные рециркуляционные потоки пульпы в ротор для максимального захвата частиц пузырьками при малых размерах частиц в пределах зоны высокой энергии ротора.

Ключевыми особенностями конструкции механизма являются фасонные лопасти, полка диспергирования воздуха и рециркуляции верхних потоков. Лопастей ротора были спроектированы для создания требуемых структур потоков, для равномерного диспергирования воздуха и минимального потребления энергии. Рециркуляция верхних потоков максимизирует показатели флотации и помогает продвигать неподвижную верхнюю зону в пределах флотационной камеры для максимального извлечения крупных частиц. Полка диспергирования воздуха позволяет эффективно диспергировать большие объемы воздуха во флотационной машине. Воздух из нагнетателя (воздуходувки) поступает через полый приводной вал флотационного механизма.

## 1.2 Описание конструкции

Опора рамы - несущая конструкция для механизма и электродвигателя. Клапан Dart - затвор в виде конуса, который при изменении его положения относительно седла клапана регулирует поток, проходящий через отверстие. Может быть в любом положении - от полностью открытого до полностью закрытого. Стояк - стационарная опора для диффузора в сборе. Диффузор - стационарная, лопастная часть запатентованного механизма компании Metso

DVTM (Deep Vane), которая окружает вращающийся ротор. Он обеспечивает насыщение воздухом флотационной пульпы.



1. Загрузочный карман
2. Поворотный узел
3. Подмоторная плита
4. Электродвигатель
5. Система контроля подачи воздуха

6. Основная рама
7. Клиноременный привод
8. Вал с подшипниками
9. Рама стояка
10. Выпуск пены
11. Стояк
12. Ёмкость
13. Ротор
14. Диффузор
15. Клапан Dart
16. Разгрузочный и промежуточный карманы

#### Рисунок 2 – Устройство флотомашины

Ротор - вращающееся устройство с лопастями, которое перекачивает пульпу и одновременно насыщает её воздухом. Пенный порог - кромка, через которую пена перетекает на пеноприемный желоб. Пеноприемный желоб собирает пену, которая затем подается на следующий технологический этап. Каждый механизм относится к подвесному типу DVH от компании Metso и включает сварной стальной корпус подшипника шпинделя с уплотненными нижним и верхним подшипниками, который поддерживает полый стальной приводной вал, вращающийся в стояке из низкоуглеродистой стали. Привод осуществляется за счет клиновых ремней и вертикально смонтированного приводного электродвигателя.

Диффузор, который покрыт высококачественным полиуретаном, нанесенным на сварной стальной каркас, и болтами крепится к нижней стороне стояка. 8-лопастной ротор типа DV также покрыт высококачественным полиуретаном, нанесенным на сварной стальной каркас, и крепится болтами к нижнему фланцу приводного вала.

Поворотное соединение закреплено на верхнем торце приводного вал для подачи воздуха в ротор.

Уровень пульпы во флотационной машине регулируется двумя пережимными клапанами dart, расположенными в промежуточном и разгрузочном карманах. Уровень пульпы отслеживается ультразвуковой поплавковой системой регулирования, которая управляет пневмоприводом, закрепленном на валах пережимных клапанов dart. Система включает полиуретановые седла клапанов dart и сами пережимные клапаны dart, валы клапанов, пневмоприводы, соединительный пневматический трубопровод, шкаф управления и ультразвуковой излучатель/датчик с поплавком и отражательным экраном (пластиной-мишенью).

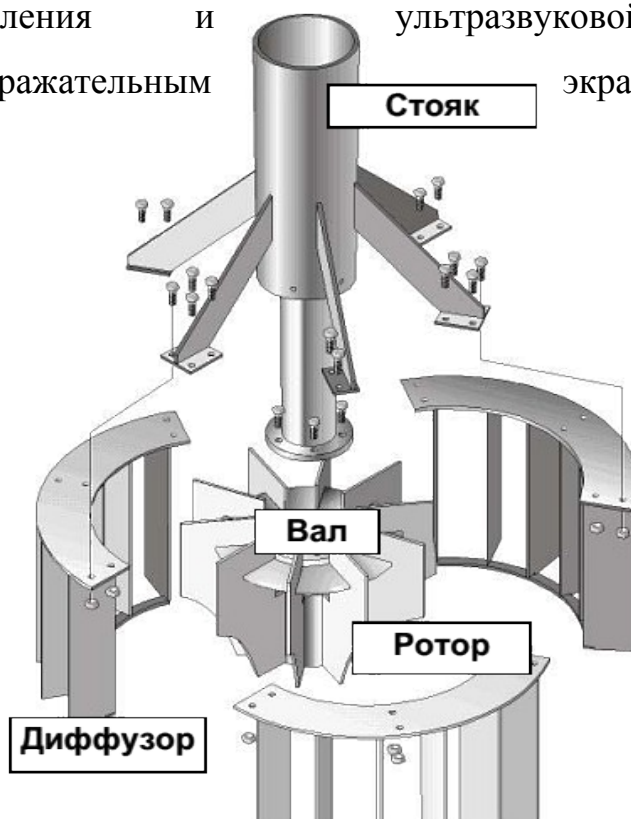


Рисунок 3 – Блок аэратора

Загрузочный карман изготовлен из листовой стали и защищен в нижней части стойкой к истиранию стальной футеровкой.



Ёмкость из листовой низкоуглеродистой стали представляет собой круглую конструкцию с вертикальными стенками и включает двойные внутренние пеноприемные желоба с межкамерными соединениями. Пеноприемные желоба выходят на одну сторону флотационной ёмкости для разгрузки.

Основание камеры защищено износостойкой стальной футеровкой в верхней зоне износа.

Две балки разделяют каждую камеру и уложены под прямыми углами к оси флотационного каскада, они также поддерживают подшипник в сборе механизма и проводной электродвигатель. Верх каждой флотационной камеры закрыт стальным листом, либо решеткой с поднимающимися смотровыми люками и имеются соединяющие лестницы между этими камерами, отделяемыми

промежуточным карманом. Будет предусмотрены все необходимые поручни и стыковочные планки.

Ёмкость флотационной камеры серии RCS была специально спроектирована для улучшения следующих трех идеальных условий с целью максимизации флотационного извлечения:

- очень активная нижняя зона для хорошего перевода твердых частиц во взвешенное состояние и их транспортировки рассчитана на максимальное и эффективное образование соединений многочисленных частиц с пузырьками;

- верхняя зона с пониженной турбулентностью для предотвращения отделения частиц от пузырьков;

- неподвижная поверхность пульпы в камере для исключения вероятности повторного попадания минеральных частиц из пенного слоя в пульпу.

Верхняя конструкция спроектирована для полного укрытия камеры листовой сталью, которая служит иногда в качестве трапа, если это требуется. Укрытие камеры сводит к минимуму выброс сверхмелких частиц материала в атмосферу обогатительной фабрики.

Промежуточный и разгрузочный карманы изготавливаются из низкоуглеродистой листовой стали и защищаются полиуретановым покрытием или нижними футеровками из стойкой к истиранию стали. Каждый карман включает желоб возврата пены в предыдущую камеру и разработан для размещения

системы регулирования уровня с помощью двойных пережимных клапанов dart.

Уникальные особенности конструкции флотационной камеры позволяют достичь ряда преимуществ при соединении нескольких камер в единый каскад:

- модульная конструкция камер обеспечивает более простую установку камер на объекте;

- полный доступ ко всем камерам и всем приводам обеспечивается за счет верхних трапов ёмкостей;

- пеноприемные желоба для разгрузки на одну сторону каскада значительно упрощают отвод пены;

- традиционные загрузочные, промежуточные и разгрузочные карманы используются при низком уровне входа и выхода пульпы.

- автоматическое регулирование уровня пульпы осуществляется традиционными клапанами dart, приводимыми в действие пневматическими исполнительными механизмами;

- автоматическое регулирование подачи воздуха выполняется традиционными двустворчатыми клапанами, приводимыми в действие пневматическими исполнительными механизмами.

### 1.3 Правила эксплуатации

#### 1.3.1 Инструкция по запуску

##### а) Процедура штатного запуска

Следующая процедура для запуска установки используется после того, как она прошла штатную, запланированную процедуру останковки:

- наполнить ёмкости водой, если они были осушены во время останковки;
- запустить воздуходувку или открыть подачу воздуха в контур. Не открывать воздушные клапаны индивидуальных ёмкостей;
- запустить механизм;
- когда осевшее питание вновь доведено до взвешенного состояния, открыть подачу воздуха в каждый ротор постепенно во избежание попадания пульпы в пенные желоба до достижения нормальной установки режима;
- начать подачу питания во флотационную схему;
- отрегулировать средства контроля уровня пульпы до нужного значения, смотри отдельное руководство по управлению;
- отрегулировать подачу воздуха в каждую ёмкость, если две ёмкости находятся на одном уровне, попытаться добиться одинакового внешнего вида пульпы.

Обратить внимание: важно, чтобы воздуходувка не включалась до того, как осевший материал не вернется во взвешенное состояние.

#### б) Процедура запуска после аварийной останковки

Флотационная машина RCS может в большинстве сфер применения **ВНОВЬ**

запускаться после краткого останова без предварительного осушения ёмкостей. Если обрабатывается очень тяжелый осадочный материал, следует проверять свободное вращение ротора за счет поворота шпинделя вручную или, запуская механизм на долю секунды. Если материал плотно осел, его можно вернуть во взвешенное состояние, используя воздушные или водяные пики. Особую осторожность следует проявлять при такой операции. Заметьте, что первым доводят до взвешенного состояние материал в самой низкой камере схемы.

### 1.3.2 Эксплуатация

После выполнения процедуры запуска требуется некоторое время для установления устойчивого рабочего состояния, так как возникают циркулирующие нагрузки. С накоплением опыта работы с флотационным процессом этот период будет значительно короче, но в период ввода в эксплуатацию он будет продолжительнее, так как требуемые корректировки еще не известны.

Также при возникновении новых условий, таких как начало добычи руды нового месторождения, может потребоваться определенный период корректировок. Все корректировки подачи воздуха в любую камеру должны выполняться с очень небольшими приращениями, так как воздух будет поглощаться пульпой, а это приводит к увеличению объема, пока вновь не наступит равновесие. Если все не выполнять с особой осторожностью, много пульпы затем хлынет в пенные желоба и создаст огромную циркулирующую нагрузку и/или разбавит концентрат.

Также корректировки уровня пульпы и добавки реагентов могут вызвать нарушения в процессе флотации, если не выполняются осторожно, поскольку циркулирующая нагрузка может изменить объем и тоннаж.

Наилучшие показатели извлечения достигаются за счет:

- равномерного и стабильного питания;
- хорошо заданного размера частиц;
- хорошо сбалансированной схемы с управляемой циркулирующей нагрузкой;
- правильных добавок реагентов;
- сбалансированных добавок воздуха;
- своевременных, но небольших корректировок подачи воздуха, реагентов и разбавляющей воды.

Все изменения в работе схемы флотации должны заноситься в операционный журнал. Воздействие каждой корректировки также должно отражаться.

Записываемые изменения таковы:

- Корректировки добавок реагентов;
- Корректировки подачи воздуха в камеры;
- Корректировки уровней пульпы в любых камерах;
- Корректировки добавок воды в питание и еще где-либо в схеме;
- Любые измерения в технологическом процессе.

Все важные параметры процесса должны записываться постоянно для правильного выполнения (отслеживания) процесса. Большинство из того, что требовалось выше записывать, выполняется автоматически программой компьютера для контроля технологического процесса, но некоторые параметры должны записываться вручную.

Во время работы операторы должны следить за любыми отклонениями типа:

- температуры подшипников и электродвигателей вибрация;
- натяжение клиновых ремней;
- любые ненормальные шумы.

### 1.3.3 Инструкция по остановке

#### а) Штатная остановка

Когда остановка планируется для проведения, например, технического обслуживания, или из-за нехватки руды, рекомендуется, чтобы камеры работали тех пор, пока почти весь твердый материал не удалится из камер. Целью этого является исключение чрезмерных нагрузок на оборудование, которые могут возникать при запуске с полной нагрузкой, и, следовательно, продление срока службы всех компонентов. Это достаточно важно, когда руда имеет тенденцию затвердевать при оседании в ёмкостях, карманах, насосах и

пульповых трубопроводах. Также крупнозернистые тяжелые минералы часто трудно вновь довести до взвешенного состояния не только в ёмкостях и карманах, но особенно в горизонтальных трубопроводных линиях. Поэтому может потребоваться длительное время, чтобы довести флотационную схему до сбалансированного состояния после запуска:

- прекратить подачу питания в схему флотации;

- продолжать подачу воды в камеры с нормальной скоростью, чтобы дать твердым частицам пройти по схеме за 30 - 60 минут или пока содержание твердого в пульпе не достигнет 10% по весу;

- когда подача воды в камеры прекращается, выключить подачу воздуха в каждую ёмкость;

- выключить механизмы;

- оставить ёмкости с водой на период отключения, пока не потребуется осушение ёмкостей для осмотра или технического обслуживания.

Когда машины остановлены, выполнить текущий профилактический осмотр всей установки. Очистка определенных частей флотационных камер может быть удобной на этом этапе. Удалить любые загрязнения, способные вызвать повреждение машин или блокирование пульповых трубопроводов. Проверить состояние клиновых ремней, изнашиваемых футеровок и пр. Проверить герметичность клапанов dart, понаблюдав, не снижается ли уровень пульпы в ёмкостях. Клапаны dart несколько теряют герметичность через какое-то время работы, но работают нормально, не смотря на это.

#### б) Аварийная остановка

Любая остановка, которую нельзя выполнить согласно разделу 8.3.1 считается аварийной остановкой. Причина остановки определяет процедуру остановки. Внезапное или незапланированное отключение электропитания приводит к остановке машин под полной нагрузкой и может потребоваться длительное время для повторного запуска. Разрыв линии хвостов может потребовать

краткой процедуры остановки (аварийная остановка), но при этом у оператора может быть достаточно времени для выполнения остановки в правильной последовательности.

Остановка, которая может быть выполнена, например, по укороченной процедуре, облегчит усилия по запуску.

Процедура аварийной остановки может быть такой:

- прекратить подачу питания в схему флотации.
- продолжать подачу воды в камеры с нормальной скоростью, чтобы дать твердым частицам пройти по схеме, минимум, в течение нескольких минут;
- когда подача воды в камеры прекращается, выключить подачу воздуха в каждую ёмкость. Так как уровень в ёмкости автоматически снижается из-за нехватки воздуха, клапаны dart закроются;
- продолжить работу механизмов, если остановка ожидается кратковременная;
- оставить ёмкости с водой на период отключения, пока не потребуется осушение ёмкостей для осмотра или разгрузки твердого материала.

В зависимости от характера остановки, вышеуказанная процедура может меняться.

#### в) Продолжительная остановка

Длительная остановка определяется как остановка на длительный период времени с запланированной датой запуска или без неё. Она может также использоваться при более коротком периоде, когда необходимо соблюдать особые меры предосторожности для исключения повреждения при остановке, период опасности землетрясений, размораживания и т.д.

Для длительной остановки рекомендуется следующая процедура:

- прекратить подачу питания в схему флотации;
- продолжать подачу воды в камеры с нормальной скоростью, чтобы дать

твердым частицам пройти по схеме, пока содержание твердого в пульпе не достигнет 1% по весу или менее;

- когда подача воды в камеры прекращается, выключить подачу воздуха в каждую ёмкость. Вручную открыть клапаны dart, чтобы осушить ёмкости через хвостовую систему. Ёмкости контрольной флотации могут быть осушены через систему фильтрации, если содержимое считается особо ценным;

-прекратить работу механизмов, когда уровень пульпы составляет около 300 мм выше флотационных роторов;

- очистить ёмкости, клапаны dart и механизмы водой высокого давления как можно быстрее после остановки, удалить осевший материал и тщательноосушить для проведения осмотра и технического обслуживания. Защитить от ржавчины любые изношенные участки окраской или резиновой футеровкой, где необходимо;

- осторожно почистить оборудование регулирования уровня; осмотреть и отремонтировать при необходимости;

- закрыть чувствительные части типа электронных устройств и электрических двигателей для исключения попадания пыли и влаги. Следует учитывать опасности размораживания.

#### 1.3.4 Поиск и устранение неисправностей

Таблица 1 – Неисправностей и их устранений

| Неисправность                | Возможная причина        | Рекомендуемое действие   |
|------------------------------|--------------------------|--|
| 1                            | 2                        | 3  |
| Электродвигатель отключается | Электрическая перегрузка | Вызвать электрика.<br>Проверить питание,<br>связаться с диспетчером<br>техпроцесса |



|                                      |                         |   |
|--------------------------------------|-------------------------|---|
| Необычный шум электродвигателя       | Ротор не вращается      | Проверить приводной механизм. Проверить, нет ли постороннего предмета между ротором и диффузором. Заменить электродвигатель |
| Необычный шум клиноременного привода | Слабое натяжение ремней | Подтянуть ремни   |

Продолжение таблицы 1

| 1   | 2   | 3  |
|---|---|--|
| Необычный шум подшипника                                  | Поломка подшипника  | Осмотр и ремонт  |
| Пульпа переливается через края желобов или низкий уровень | Не работают приводы клапанов Dart.<br>Не работает система контроля уровня .<br>Потеря воздуха системы КИПиА.<br>Панель управления вышла из строя. | Проверить работу или отремонтировать.<br>Проверить работу или отремонтировать.<br>Проверить воздух системы КИПиА.<br>Вызвать электрика |
| Турбулентная пена   | Не вращается ротор<br>Увеличилась скорость  | Проверить привод<br>Проверить работу   |

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
|                  | аэрации                                     | системы контроля подачи воздуха   |
| Пена разрушается | Нехватка реагентов.<br><br>Нехватка воздуха | Проверить реагентную систему<br>Проверить главный клапан, проверить работу системы контроля подачи воздуха, проверить работу воздуходувки |

#### 1.4 Смазка узлов трения

## 2 Расчетная часть

### 2.1 Проектный расчет клиноременной передачи привода

1) Сечение ремня в соответствии с мощностью электродвигателя

$P_{ном}=75$  кВт и  $n=700$  об/мин SPC – клиновой ремень усиленного сечения.

2) В зависимости от вращающего момента на валу двигателя

$T_{дв}=1023,7$  Н·м выбираем диаметр ведущего шкива –  $d_{1min}=315$  мм.

3) Диаметр ведомого шкива  $d_2$ , мм, определяется по формуле

$$d_2 = d_1 \cdot u \cdot (1 - \varepsilon), \quad (1)$$

где  $u$  – передаточное число клиноременной передачи,  $u = 5$

$\varepsilon$  – коэффициент скольжения,  $\varepsilon = 0,01$

$$d_2 = 315 \cdot 5 \cdot (1 - 0,01) = 1559,23 \text{ мм}$$

$$d_2 = 1600 \text{ мм}$$

4) Фактическое передаточное число  $u_\phi$  и его отклонение от заданного

$\Delta u$  определяется по формуле 2 и 3

$$u_\phi = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)} \quad (2)$$

$$u_\phi = \frac{1600}{315 \cdot (1 - 0,01)} = 5,13$$

$$\Delta u = \frac{u_\phi - u}{u} \cdot 100\% = 0(3)$$

$$\Delta u = 5,13 - \frac{5}{5} \cdot 100\% = 2,26\% < 3\%$$

5) Ориентировочное межосевое расстояние  $a$ , мм, определяется по формуле 4

$$a \geq 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + h, (4)$$

где  $h$  – высота сечения ремня,  $h = 18$  мм

$$a \geq 0,55 \cdot (315 + 1600) + 18 = 1071,25 \text{ мм}$$

6) Расчетная длина ремня  $L$ , мм, определяется по формуле 5

$$L = 2a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}, (5)$$

$$L = 2 \cdot 1071,25 + \frac{3,14}{2} \cdot (1600 + 315) + \frac{(1600 - 315)^2}{4 \cdot 1071,25} = 5529,48 \text{ мм}$$

округляем до ближайшего стандартного  $L = 6000$  мм

7) Значение межосевого расстояния по стандартной длине  $a$ , мм, определяется по формуле 6

$$a = \frac{1}{8} \left\{ 2 \cdot L - \pi (d_1 + d_2) + \sqrt{[2L - \pi (d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right\} (6)$$

$$a = \frac{1}{8} \left\{ 2 \cdot 6000 - 3,14 (1600 + 315) + \sqrt{[2 \cdot 6000 - 3,14 (1600 + 315)]^2 - 8(1600 - 315)^2} \right\} = 1469,61 \text{ мм}$$

8) Угол обхвата ремнем ведущего шкива  $\alpha_1$ , град, определяется по формуле 7

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \cdot \frac{d_2 - d_1}{a} (7)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \cdot \frac{1600 - 315}{1496,61} = 131,06^\circ > 120^\circ$$

9) Скорость ремня  $V$ , м/с, определяется по формуле 8

$$V = \pi d_1 n_1 / 60 \cdot 10^3 \leq [V], (8)$$

где  $[V]$  – допустимая скорость для клиновых ремней,  $[V] = 25$  м/с

$$V = 3,14 \cdot 315 \cdot 700 / 60 \cdot 10^3 = 11,5 \text{ м/с} < 25 \text{ м/с}$$

10) Частота пробегов ремня  $U$ ,  $c^{-1}$ , определяется по формуле 9

$$U = LIV \leq [U], (9)$$

где  $[U]$  - допускаемая скорость для клиновых ремней,  $[U] = 30 c^{-1}$

$$U = 6,0/11,5 = 0,52 c^{-1}$$

соотношение  $0,52 c^{-1} < 30 c^{-1}$  – условно выражает долговечность ремня

11) Допускаемая мощность, передаваемая одним клиновым ремнем,  $[P_n]$ , кВт, определяется по формуле 10

$$[P_n] = P_0 \cdot C_p \cdot C_a \cdot C_L \cdot C_z, (10)$$

где  $P_0$  – допускаемая приведенная мощность, передаваемая одним клиновым ремнем,  $P_0 = 16,0$  кВт

Поправочные коэффициенты:

$C_p = 1$  – динамичность нагрузки

$C_a = 0,83$  – угол обхвата на меньшем шкиве

$C_L = 1$  – влияния отношений расчетной длины к базовой

$C_z = 0,95$  – числа ремней в комплекте клиноременной передачи

$z = 5-6$  – ожидаемое число ремней

$$[P_n] = 16,0 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,95 = 12,6 \text{ кВт}$$

12) Количество клиновых ремней  $z$  определяется по формуле 11

$$z = P_{НОМ} / [P_n] (11)$$

$$z = 75/12,6 = 5,94$$

$$z = 6$$

13) Сила предварительного натяжения  $F_0$ , Н, определяется по формуле 12

$$F_0 = \frac{850 \cdot P_{НОМ} \cdot C_1}{z \cdot V \cdot C_\alpha \cdot C_p} (12)$$

$$F_0 = \frac{850 \cdot 75,0 \cdot 1}{6 \cdot 11,5 \cdot 0,83 \cdot 1} = 1113,1$$

14) Окружная сила, передаваемая комплектом клиновых ремней  $F_t$ , Н, определяется по формуле 13

$$F_t = P_{НОМ} \cdot 10^3 / V (13)$$

$$F_t = 75,0 \cdot 10^3 / 11,5 = 6521,7 \text{ Н}$$

15) Сила натяжения ведущей ветви  $F_1$ , Н, определяется по формуле 14

$$F_1 = F_0 + F_t / 2z (14)$$

$$F_1 = 1113,1 + 6521,7 / 2 \cdot 6 = 1656,6 \text{ Н}$$

16) Сила натяжения ведомой ветви  $F_2$ , Н, определяется по формуле 15

$$F_2 = F_0 - F_t / 2z (15)$$

$$F_2 = 1113,1 - 6521,7 / 2 \cdot 6 = 569,6 \text{ Н}$$

17) Сила давления на вал  $F_{оп}$ , Н, определяется по формуле 16

$$F_{оп} = 2 F_0 \cdot Z \cdot \sin \alpha_1 / 2 (16)$$

$$F_{оп} = 2 \cdot 1113,1 \cdot 6 \cdot \sin 131,06^\circ / 2 = 10131,52 \text{ Н}$$

## 2.2 Проверочный расчет клиноременной передачи привода

1) Напряжения растяжения  $\sigma_1$ , Н/мм<sup>2</sup>, определяется по формуле 17

$$\sigma_1 = \frac{F_0}{A} + \frac{F_t}{2zA}, (17)$$

где  $A = 278 \text{ мм}^2$  – площадь поперечного сечения ремня

$$\sigma_1 = \frac{1113,1}{278} + \frac{6521,7}{2 \cdot 6 \cdot 278} = 5,06 \text{ Н/мм}^2$$

2) Натяжения изгиба  $\sigma_{II}$ , Н/мм<sup>2</sup>, определяется по формуле 18

$$\sigma_{II} = E_u \cdot h/d_1, (18)$$

где  $E_u = 80 \dots 100 \text{ Н/мм}^2$  – модуль продольной упругости при изгибе для прорезиненных ремней

$$\sigma_{II} = 80 \cdot 18,0 / 315 = 4,5 \text{ Н/мм}^2$$

3) Напряжения от центробежных сил  $\sigma_V$ , Н/мм<sup>2</sup>, определяется по формуле 19

$$\sigma_V = \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-6}, (19)$$

где  $\rho = 1250 \text{ кг/мм}^2$  – плотность материала ремня

$$\sigma_V = 1250 \cdot 11,5 \cdot 10^{-6} = 0,002 \text{ Н/мм}^2$$

4) Прочность одного клинового ремня по максимальным напряжениям в сечении ведущей ветви  $\sigma_{max}$ , Н/мм<sup>2</sup>, определяется по формуле 20

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_{II} + \sigma_V \leq [\sigma]_P, (20)$$

где  $[\sigma]_P$  – допускаемое напряжение растяжения для клиновых ремней,  $[\sigma]_P = 10 \text{ Н/мм}^2$

$$\sigma_{max} = 5,06 + 4,5 + 0,002 = 9,562 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma]_P$$

Вывод: условия прочности соблюдается.

## Заключение

Техническая эксплуатация – совокупность всех фаз использования оборудования по назначению и всех видов его обслуживания, это комплекс мероприятий, осуществляемых обслуживающим персоналом по обеспечению нормального функционирования оборудования при сохранении установленных



технико-экономических показателей. Включает в себя как управление машиной, так и межремонтное обслуживание. Из всех факторов, влияющих на техническое состояние машин, на сохранение их высокой работоспособности и, как следствие этого, способности к высокопроизводительной работе, самым важным является правильная эксплуатация оборудования в установленных режимах.

В число мероприятий, определяемых правилами технической эксплуатации, входят:

а) обеспечение нормальных внешних условий работы оборудования (соответствие помещений, температура, влажность, чистота воздуха);

б) обеспечение надлежащего состояния рабочего места (содержание подходов к оборудованию, хранение заготовок, инвентаря);

в) поддержание оборудования в чистоте;

г) своевременная и правильная смазка по установленным для данной машины режимам;

д) соблюдение режимов работы механизмов (силовые и скоростные нагрузки);

е) выполнение правил управления агрегатом.

В расчетной части курсового проекта выполнен расчет клиноременной передачи привода, расчет подтвержден проверочным.

В графической части представлены чертежи: общего вида флотомшины.

Таким образом поставленные задачи решены, цель курсового проекта достигнута.

#### Список использованных источников

1 Аверченков В.И. Технология машиностроения – М.: ИНФРА-М, 2017.  
– 528с

2 Воронкин, Ю.Н., Поздняков, Н.В. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования – М.: Академия, 2018. – 312с.

3 Жуков Э.Л. Технология машиностроения – М.: Альфа-М: 2018. – 278 с.

4 Зайцев С.А. Контрольно-измерительные приборы и инструменты - М.: Издательский центр «Академия», 2019. -464 с.

5 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 230 с.

6 Сибикин М.Ю. Технологическое оборудование. Metallорежущие станки - М.: ФОРУМ, 2021. – 448с.

7 Черпаков, Б.И., Альперович, Т.А. Metallорежущие станки – М.: Академия, 2019. – 368с.

8 Контроль технической точности станков – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://ylota.ivajy.sdn1sukorame.sch.id/kontrol-geometriceskoy-tochnosti-stankov-347.html>.

9 Правила эксплуатации токарных станков – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://rustan.ru/pravila-jekspluatacii-tokarnyh-i-frezernyh-stankov.htm>.

10 Точность станков – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.autoezda.com/tokarnoedelo/715-to4no.html>.

11 Руководство по эксплуатации станка 2А135.

12 Точность станков и качество обработки – Электрон. дан. – Режим доступа: [https://www.autowelding.ru/publ/1/metallorzhushhie\\_stanki/tochnost\\_stankov\\_i\\_kachestvo\\_obrabotki/14-1-0-109](https://www.autowelding.ru/publ/1/metallorzhushhie_stanki/tochnost_stankov_i_kachestvo_obrabotki/14-1-0-109).