МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра Электроники и Робототехники

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Зав.кафедрой _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «___» _____201___г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Автоматизация процесса флотации медного концентрата

Специальность 5В071600 Приборостроение

Выполнил Каримов Салават Жарматович Группа ПС-15-3
(Ф.И.О.)

Научный руководитель к.т.н, доц. Аузова А.М.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Консультанты:

по экономической части: к.э.н., доцент Бекмуева А.Ч
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «29» 05 2019 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности: д.х.н, профессор Трихлебко Н.Г.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «22» 05 2019 г.
(подпись)

Нормоконтролер: к.т.н доцент Ешмамбаев Г.О
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «3» 06 2019 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «___» _____201___г.
(подпись)

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Институт космической инженерии и телекоммуникаций

Кафедра Электроники и робототехники

Специальность 5В071600 Приборостроение

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студенту Каримову Салавату Фирнатовичу
(Ф.И.О.)

Тема проекта Автоматизация процесса флотации на Актогайском ГОК

Утверждена приказом по университету № 127 от «26» 10 2018 г.

Срок сдачи законченного проекта «___» _____ 201__ г.

Исходные данные к проекту (требуемые параметры результатов исследования (проектирования) и исходные данные объекта): разработать систему автоматического управления процессом флотации на Актогайском ГОК,

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте, или краткое содержание дипломного проекта: Обзор и анализ процесса флотации. 2. Выбор необходимого оборудования для автоматизации. 3. Анализ современного рынка. 4. Подбор оборудования для шкафов управления двигателями. 5. Разработка технической документации: кабельного журнала, списка приборов и сигналов, нетельных схем.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Контактный чан флотации, типы флотационных машин, концентрация меди в рудных веществах, обогатительные фабрики, шкаф управления технологическим процессом, Siemens S7-1500, модуль CPU с дополнительными модулями расширения, конструкция модулей, блоки питания, автоматические выключатели Siemens, многоярусный клеммный модуль, шкаф управления двигателями, график частот работы электродвигателя, частотный преобразователь.

Основная рекомендуемая литература:

1. Бергер Ганс. Автоматизация с помощью программ STEP 7 LAD и FBD. Издание 2-е-2014г.
2. Б.В. Шандров, А.Д. Чудаков. Технические средства автоматизации.
3. Парр. Программируемые реле: руководство для инженера.
4. Платформа автоматизации Modicon M340.

Консультации по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Эконом. часть	Бекишева А.С.		
БЖД	Приходько Н.Г.	13.02-22.05.19	
Техн. часть	Якубова А.М.		
Осн. часть	Якубова А.М.		

График
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
1. Анализ процесса флотации.	02.02.19-08.02	
2. Влияние систем автоматизации на производственные процессы	09.02.19 – 14.02.	
3. Выгода автоматизированных систем управления технологическим процессом	15.02.19 – 21.02	
4. Анализ рынка оборудования по автоматизации	22.02.19-0403	
5. Контрольно-измерительные приборы в автоматизации	05.03.19-24.03	
6. Разработка решения	25.03.19-20.04.	
7. Технико-экономическое обоснование	22.05.2019	
8. Безопасность и жизнедеятельность.	22.05.2019	

Дата выдачи задания «02» февраля 2019 г.

Заведующий кафедрой _____ (подпись) (Чистяков Г.О.) (Ф.И.О.)

Научный руководитель проекта _____ (подпись) (Аузова А.М.) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент _____ (подпись) (Каримов С.Ф.) (Ф.И.О.)

Аннотация

В данном дипломном проекте разработана автоматизированная система управления процессом флоатции медного концентрата на Актогайском ГОК.

Разработка реализована на программе Autodesk AutoCAD, Microsoft Exel, AVEVA Instrumentation. Для автоматизации процессов были использованы знания оборудования и комплектации шкафов управления. Нормы и стандарты учитывались при составлении проекта.

Данная разработка позволяет обрабатывать медь в автоматическом режиме, в следствии чего увеличивается производительность, объем выпускаемой продукции, уменьшаются затраты, влияние человеческого фактора сводится к минимуму.

Была рассчитана экономическая часть проекта. В разделе безопасность жизнедеятельности рассчитано искусственное освещение и вентиляция производственного цеха.

Annotation

In this thesis project developed an automated process control system for flotation of copper concentrate at Aktogai Project.

Development is implemented on the program Autodesk AutoCAD, Microsoft Exel, AVEVA Instrumentation. To automate the processes, knowledge of equipment and control cabinets were used. Norms and standards were taken into account when drafting the project.

This development allows to process copper in an automatic mode, as a result of which productivity increases, the volume of output, costs are reduced, the influence of the human factor is minimized.

The economic part of the project was calculated. In the health and safety section, artificial lighting and ventilation of the production hall is calculated.

Андатпа

Бұл жобасында Ақтоғай ГОК–да мыс концентратын флотациялау үшін автоматтандырылған үдерісті басқару жүйесі жасалды.

Бағдарлама Autodesk AutoCAD, Microsoft Exel, AVEVA Instrumentation бағдарламасында жүзеге асырылады. Процестерді автоматтандыру үшін жабдықтар мен басқару шкафтарын білу пайдаланылды. Жобаны әзірлеу кезінде нормалар мен стандарттар ескерілді.

Бұл мыс автоматты түрде жұмыс істеуге мүмкіндік береді, оның нәтижесінде өнімділік артып, өндіріс көлемі, шығындар азаяды, адам факторының ықпалы азайып кетті.

Жобаның экономикалық бөлігі есептелді. Денсаулық пен қауіпсіздік бөлімінде өндіріс залын жасанды жарықтандыру және желдету есептеледі.

Содержание

Введение…… 7
1 Описание процесса флотации……... 9
1.1 Пенная флотация..... 9
1.2 Собиратели…….. 9
1.3 Депрессоры……. 11
1.4 Активаторы……. 11
1.5 Реакции реагентов…….. 12
1.6 Флотационные фабрики……. 19
2 Описание оборудования…… 27
2.1 Философия управления…….. 27
2.2 Состав шкафа управления технологическим процессом…… 29
2.2.1 Программируемый контроллер Siemens S7−1500..... 29
2.2.2 Блок питания..... 37
2.2.3 Автоматический выключатель..... 37
2.2.4 Клеммный модуль..... 38
2.3 Состав шкафа управления двигателями……... 39
2.3.1 Функции шкафа упраления двигателями..... 39
2.3.2 Принцип работы частотного преобразователя и критерии его выбора для потребителя..... 20
2.3.3 Подбор оборудования для шкафа управления двигателями..... 42
3 Рабочая документация…….. 47
3.1 Расстановка оборудования…… 47
3.2 Кабельный журнал……. 50
3.3 Схемы трубопровода и КИП…….. 51
3.4 Петельные схемы сигналов…… 53
3.5 Схемы подключений…….. 54
3.6 Общий вид оборудования…….. 56
3.7 Список сигналов и приборов……. 57
4 Безопасность жизнедеятельности…… 60
4.1 Рекомендации от поставщика……... 60
4.2 Анализ условий труда……..... 63
4.3 Расчет системы освещения флотационного цеха……. 65
4.4 Расчет системы вентиляции и воздухообмена……. 68
5 Технико−экономическое обоснование…… 73
5.1 Обзор рынка…… 73
5.2 Расчет затрат на проект…….. 75
5.3 Расчет показателей эффективности инвестиций…….. 79
Заключение…… 82
Список использованной литературы…….. 83
Приложение А……... 84

Введение

На сегодняшний системы автоматизированного упраления применяются во всех сферах нашей жизни, в промышленности, в продажах, в логистике и т.д. Основная цель внедрения АСУ ТП − это повышение экономической эффективности предприятия. Системы автоматики применяют для повышения мощности производственного процесса, повышения безопасности, повышение экологичности, повышение экономичности. На сегодняшний существует и действует огромное множество автоматизированных систем. Рынок может предложить выбор различного оборудования, в зависимости от цены, надежности и производительности. В промышленности используют наиболее надежное оборудование с высокими степенями защиты.

АСУ ТП внедряется в такие сферы, как нефтегазовая отрасл, пищевая, химическая и горнодобывающая. В данной работе рассмотрен вариант применения автоматизированной системы на горно−обогатительном предприятии. Рассмотрено современное оборудование, экономические выгоды и вопросы безопасности.

Из−за низкого удельного сопротивления, медь широко применяется в электротехнике для изготовления силовых кабелей, проводов или других проводников, например, при печатном монтаже. Медные провода, в свою очередь, также используются в обмотках энергосберегающих электроприводов и силовых трансформаторов. Другое полезное качество меди − высокая теплопроводность. Это позволяет применять её в различных теплоотводных устройствах, теплообменниках, к числу которых относятся и широко известные радиаторы охлаждения, кондиционирования и отопления. В разнообразных областях техники широко используются сплавы с использованием меди, самыми широко распространёнными из которых являются упоминавшиеся выше бронза и латунь. Оба сплава являются общими названиями для целого семейства материалов, в которые помимо олова и цинка могут входить никель, висмут и другие металлы.

Одним из наиболее выгодным видом обогащения медно руды является флотация. Флотация (франц. flottation, от flotter − плавать) − процесс разделения мелких твёрдых частиц (главным образом минералов), основанный на различии их в смачиваемости водой. Гидрофобные (плохо смачиваемые водой) частицы избирательно закрепляются на границе раздела фаз, обычно газа и воды, и отделяются от гидрофильных (хорошо смачиваемых водой) частиц. При флотации пузырьки газа или капли масла прилипают к плохо смачиваемым водой частицам и поднимают их к поверхности. Флотация применяется на многих горнодобывающих предприятиях. При использовании различных реагентов можно выделить тот или иной необходимый металл.

Управление процессом вручную требует постоянного внимания, контроля количества реагентов, уровня наполнения флотационных камер. Без внедрения АСУ ТП процесс флотации потребует целого штата работников,

постоянно следящих за процессом. При установке системы автоматизированного управления штат работников будет сокращен до минимума, что уменьшит человеческий фактор. В данной работе рассматривается оборудование Siemens. Компания Siemens является крупнейшим поставщиком оборудования для автоматизации. Система автоматического контроля процесса флотации может быть применена и на других обьектах, где медь обогащается путем флотации.

В данной работе будет рассмотрен проект внедрения системы автоматизированного управления процессом флотации. Будет подобрано наиболее подходящее оборудование, представлены чертежи и схемы. Любой проект требует проектной документации. Хорошо продуманный проект и рассчитанный проект залог успеха. Также в работе рассмотрена экономическая целесообразность проекта, расчет освещения и вентиляции.

1 Описание процесса фотации

1.1 Пенная флотация

Флотационный процесс обогащения является основным при переработке руд цветных металлов и некоторых видов другого минерального сырья. За последние годы флотация находит более широкое применение при обогащении угля и тонковкрапленных железных руд.

Наибольшее значение имеет пенная флотация. Руду подвергают мокрому измельчению (реже сухому) в замкнутом цикле с классификацией, перемешивают с реагентами и подают во флотационные машины. В этих машинах пульпа перемешивается с пузырьками воздуха; минеральные зерна, плохо смачиваемые водой (более гидрофобные), прилипают к пузырькам, минерализованные пузырьки поднимаются на поверхность пульпы и образуют пену (пенный продукт − концентраты), а минеральные зерна, лучше смачиваемые водой (более гидрофильные), остаются в камере машины и удаляются из нее (камерный продукт − флотационные хвосты). Концентраты и хвосты удаляют из машины; хвосты являются концентратом другого минерала.

При флотации используют следующие реагенты. Вспениватели − органические соединения; спирты с числом атомов углерода 6−9, фенолы, крезол, ксиленол, сосновое масло, древесные масла, пиридиновые основания (тяжелый пиридин), терпинеол, ряд синтетических продуктов на основе окиси пропилена и этилена и др. Они состоят из аполярной части − углеводородной цепи или кольца − и полярной части − преимущественно ОН. Вспениватели являются поверхностно активными веществами: они адсорбируются (концентрируются) на поверхности воды, а в пульпе − на поверхности пузырьков, предохраняя их от сливания (коалесценции) и разрушения и тем самым способствуя образованию пены. В присутствии пенообразователя в пульпе образуются более мелкие с большой суммарной поверхностью пузырьки, что увеличивает скорость флотации. Синтетические вспениватели более легко растворимы в воде и более однородны по составу, чем вспениватели − продукты перегонки дерева или каменного угля. В ближайшее время будут выпускаться синтетические вспениватели − спирты с 6−8 атомами углерода, эфиры пропилен−гликолей, полиалкилсоединения и др.[1]

1.2 Собиратели

Природные минералы почти все легко смачиваются водой, кроме углей некоторых жирных видов, элементарной серы, молибденита и некоторых сульфидов. Для того чтобы сделать определенные минералы более гидрофобными, применяют реагенты − собиратели (коллекторы). Это также

полярно−аполярные вещества, как и вспениватели, но полярная часть у них другая; имеет сродство к поверхности минерала. Полярной частью молекула собирателя зацепляется за атомы в решетке минерала, а аполярной частью обращается к воде. Поверхность минерала, покрытая молекулами собирателя, становится более гидрофобной и легче прилипает к пузырьку воздуха. Для флотации минералов тяжелых металлов, в частности сульфидов, применяют собиратели, содержащие в полярной части сульфгидрильную группу HS. Это ксантаты: этиловый (C2H5OCS2K), бутиловый, пропиловый, амиловый, аэрофлоты или дитиофосфаты; крезиловый (CH3C6H4O)2P52H, ксиленоловый или спиртовые: этиловый, бутиловый и т. д.

Такие собиратели дают возможность отделить сульфиды от пустой породы, силикатов, карбонатов и др. Они являются собирателями для тех минералов, металл .которых дает с серой относительно трудно растворимые соединения.

Для флотации щелочноземельных минералов, содержащих катион Ca, Ba, Mg, а также силикатов, содержащих Fe, Al и другие металлы, кислородных соединений железа, марганца и пр. чаще всего применяют собиратели, содержащие в полярной части карбоксильную группу COOH. Сюда относят жирные кислоты, получаемые из растительных и животных жиров, при перегонке нефти, при производстве целлюлозы и пр., а также синтетическим путем при окислении парафина и жидких углеводородов − керосина и др. Это − олеиновая (C17H33COOH), линолевая, линоленовая кислоты, так называемые нафтеновые кислоты, карбоновые кислоты, талловое масло и др. Такие собиратели могут флотировать и сульфиды вместе с другими минералами, т.е. являются недостаточно селективными собирателями. Поэтому надо, например, ксантатами отфлотировать сульфиды, а затем жирными кислотами флотировать другие минералы.[2]

Для флотации щелочноземельных минералов, в частности барита и флюорита, применяют собиратели, содержащие в полярной части сульфатную группу: −C−O−SO3H; это − так называемые алкилсульфаты с числом атомов углерода 12−18, например цетилсульфат − C16H33SO4Na. Для флотации кварца и ряда силикатов применяют катионные собиратели, например лауриламин − C12H25NH2 и др. В то время как ксантаты, жирные кислоты, алкилсульфаты при диссоциации дают анион, содержащий аполярную часть, катионные собиратели при диссоциации дают катион с аполярной частью.

Если анионные собиратели взаимодействуют преимущественно с катионом решетки минерала, то катионные собиратели взаимодействуют преимущественно с анионом поверхности минерала. Есть ряд других собирателей, менее распространенных. Для повышения гидрофобности

молибденита углей и других аналогичных минералов применяют углеводороды, не имеющие полярной части, как керосин, различные смазочные масла, нефть и пр.

1.3 Депрессоры

Большинство собирателей действуют недостаточно селективно, адсорбируются на многих минералах и флотируют несколько минералов, т. е. дают коллективные концентраты. Чтобы получить селективные концентраты одного минерала, необходимо повысить смачиваемость других минералов и помешать адсорбированию на них собирателей, т. е. понизить или подавить их флотируемость. Такие реагенты, подавляющие флотируемость минерала, называют депрессорами. В практике широко применяют для депрессии цинковой обманки и пирита цианид; для депрессии сульфидных минералов, кроме молибденита,− сернистый натрий; для депрессии галенита − хромпик; для депрессии кальцита, силикатов и ряда других минералов − жидкое стекло, крахмал и пр.[17]

Механизм действия депрессоров различен. Чаще всего он заключается в том, что анион депрессора CN−, HS−, S2−, SiO3в2−, CrO4в2и др., взаимодействуя с катионом решетки минерала, мешает собирателю адсорбироваться на поверхности минерала и повышает его гидрофильность.

1.4 Активаторы

Если минерал плохо адсорбирует собиратель, то для усиления адсорбции применяют так называемые активаторы, т. е. вещества, которые активируют поверхность минерала к взаимодействию с собирателем. Например, цинковая обманка не адсорбирует этиловый ксантат или аэрофлот. Если предварительно добавить медный купорос, то катион меди адсорбируется на поверхности цинковой обманки, вытесняя катион цинка, а затем к катиону меди привязывается анион ксантата. Поэтому при флотации цинка всегда добавляют медный купорос − активатор цинковой обманки.

Аналогично кварц не флотирует с жирной кислотой. Если же в пульпе будут катионы щелочноземельных или тяжелых металлов (Ca2+, Ba2+ , Fe2+ и др.), то они адсорбируются на кварце и тем будут способствовать адсорбции аниона жирной кислоты, в результате чего кварц будет флотировать. При анионном коллекторе активаторами являются двухвалентные и трехвалентные катионы, а при катионном − многовалентные анионы: одной валентностью они связываются с решеткой минерала, а остальными − с собирателем. Регуляторами называют реагенты, которые непосредственно не воздействуют на поверхность минерала, а регулируют концентрацию ионов в пульпе. Например, щелочь или кислота регулируют концентрацию ионов H+ и OH−. Изменяя pH путем добавления кислоты или щелочи (H2SO4 и др., Ca(OH)2, Na2CO3, NaOH и др.), мы можем регулировать концентрацию катионов

тяжелых металлов, гидроокиси которых труднорастворимы, а также концентрацию собирателя в ионной или молекулярной форме и вспенивателя. Контроль pH пульпы в процессе измельчения и флотации является одним из основных факторов регулирования процесса флотации.

1.5 Реакции реагентов

Приведенная выше классификация реагентов дана по их целевому назначению в процессе флотации. Но эта классификация относительна: в зависимости от условий действие реагента может измениться − активатор может превратиться в депрессора многие собиратели (жирные кислоты, алкилсульфаты, амины) начнут обладать и вспенивающими свойствами, а вспениватели в зависимости от pH и других факторов могут проявить и собирательные свойства. Например, фенолы являются вспенивателями; высшие фенолы − плохие вспениватели, но могут быть собирателями для некоторых железных минералов; крезол хорошо флотирует галенит без добавления собирателей и т. д. Медный купорос − активатор, но, если его дать в избытке, он начнет связывать собиратель и станет депрессором. Щелочь или кислота − регуляторы, но анион ОНявляется депрессором для минералов сульфидов тяжелых металлов. Например, для депрессии пирита достаточно одной извести.

Основные факторы, определяющие эффективность процесса, следующие. Смачиваемость частиц водой при флотации с собирателем регулируется плотностью пленки собирателя на поверхности минерала или количеством адсорбированного собирателя: до некоторого расхода собирателя извлечение минерала прямо пропорционально количеству адсорбированного на нем собирателя, хотя для получения одинакового извлечения разных минералов плотность покрытия собирателем различна. Чем длиннее углеводородная цепочка аполярной части собирателя (до некоторого предела для каждого вида собирателя), тем меньше надо собирателя. Собиратель понижает смачиваемость и увеличивает гидрофобность.

Регулируя количество депрессора, можно также регулировать смачиваемость − повышать ее и понижать флотируемость. Поэтому контроль флотации можно вести, контролируя концентрацию ионов собирателя (или молекул) и ионов депрессора. Например, на фабрике Сулливан (Канада) поддерживают постоянство отношения концентрации ксантата к концентрации ионов ОНв цикле свинцовой флотации, когда флотируют галенит и не флотируют сфалерит и пирит. Для депрессии халькопирита при флотации галенита поддерживают постоянную концентрацию цианида и т. д. Продолжительность контакта минералов с реагентами. Действие растворимых собирателей на поверхность минералов происходит быстро, как и

растворимых депрессоров или активаторов, и зависит от концентрации реагента. По данным автора с сотрудниками (Гинцветмет), зависимость между количеством адсорбированного Г (в весовых единицах на единицу веса минерала или на единицу поверхности) от времени τ (сек.) выражается уравнением 1.1:

$$Г = a\tau\ 1/n \qquad (1.1)$$

где a и n − постоянные, причем n≥1.

Зависимость между Г и концентрацией реагента Со определяется в большинстве случаев уравнением 1.2:

$$Г = oC0\ 1/n. \qquad (1.2)$$

Очевидно, что чем слабее концентрация реагента, тем продолжительнее контакт (в минутах). Если реагент в относительно трудно растворимой форме, то продолжительность контакта значительно больше. Например, при активации медным купоросом в щелочной среде концентрация катиона меди определяется растворимостью гидроокиси меди и очень мала. Поэтому продолжительность контакта с медным купоросом для некоторых руд в сильнощелочной среде (pH≥11) равняется десяткам минут. Но чем меньше время контакта, тем специфичнее, селективнее действие реагента, особенно при малой концентрации. Поэтому в каждом отдельном случае продолжительность контакта определяют опытным путем. Контактирование проводят в особых контактных чанах (рис. 1.1), иногда с аэрацией. Плотность пульпы в большинстве случаев определяется плотностью слива классификаторов. Но в некоторых случаях приходится пульпу перед контактом с реагентами сгущать, а перед флотацией разбавлять. В густой пульпе выше концентрация реагентов при данном расходе на тонну руды или при данной необходимой концентрации − меньше расход реагентов. Такие реагенты, как щелочь, цианид и цинковый купорос при флотации полиметаллических сульфидных руд дают в мельницу, где отношение ж:т по объему не больше 1:1. Собиратели − углеводороды, не растворимые в воде, при флотации молибденовых руд также дают в мельницу, где они диспергируются.

Рисунок 1.1 – Контактный чан флотации

При флотации жирными кислотами и депрессии жидким стеклом или другими реагентами ряда окисленных минералов (полевые шпаты, ильменит, бериллий и др.) контакт с реагентами проводят часто также в густой пульпе (до 60% твердого), а затем пульпу разбавляют до ж:т = 2,5−3 и более. При разбавлении пульпы концентрация реагентов падает. Так как адсорбция на минералах зависит от концентрации, то при разбавлении происходит некоторая десорбция собирателя с тех минералов, на которых он закрепился слабее. Это повышает селективность флотации. Температура влияет на скорость действия реагентов, растворимость соединений, скорость реакций окисления, содержание кислорода в пульпе и пр. Поэтому, хотя в большинстве случаев флотацию ведут при естественной температуре воздуха, которая зависит от времени года, в некоторых случаях, особенно при флотации с жирными кислотами, приходится пульпу подогревать. Часто при цинковой флотации температуру держат около 30°; при депрессии кальцита, флюорита, апатита для отделения от шеелита иногда пульпу подогревают до 75−80°; при разделении молибденита и сульфидов меди и железа иногда нагревают пульпу почти до кипения а сильно известковой среде, чтобы ускорить снятие пленок собирателя с поверхности сульфидов тяжелых металлов, а также и реакции окисления их поверхности с образованием гидроокисей. При понижении температуры возрастает расход реагентов. Условия работы флотомашины зависят в известной мере от ее типа. Применяют разнообразные машины: механические, пневматические и комбинированные (рис. 1.2). Эффективность флотации зависит от степени аэрации пульпы; степень аэрации тем выше, чем больше скорость вращения импеллера, но тем выше и агитация пульпы и износ частей машины. Наиболее простое средство уменьшения износа − гуммирование деталей.

Рисунок 1.2 – Типы флотационных машин

При сильной агитации создается неспокойное зеркало пульпы в машине и нарушается ценообразование. Более богатые концентраты получают при меньшей аэрации, поэтому в отдельных стадиях процесса целесообразно применять машины с различной скоростью импеллера: более тихоходные в голове флотации и при перечистках и более быстроходные в конце флотации. Качество воды имеет большое значение при флотации жирными кислотами: в жесткой воде, например, жирные кислоты не флотируют железные минералы; в жесткой воде при наличии ионов Ca2+ , Mg2+, Fe2+ и др. выравнивается флотируемость ряда окисленных минералов и силикатов и селективная флотация становится невозможной. Поэтому в таких случаях приходится или смягчать воду, или применять специальные реагенты для данных условий. Применение оборотной смягченной воды в некоторых случаях улучшает результаты и понижает расход реагентов. Крупность минеральных частиц в пульпе имеет большое значение, в связи с чем большое значение имеют условия измельчения и классификации. Предел крупности флотируемых частиц определяется уд. весом минеральных частиц: уголь флотируют три крупности − 8 мм, а золото − не крупнее 0,1 мм. Чем мельче частица, тем легче ей удержаться на пузырьках воздуха, тем меньше нужно собирателя. Однако при слишком тонком измельчении (тоньше 5 мк) уравнивается возможность флотации многих минералов, т. е. понижается селекция; поверхность частиц на единицу веса материала увеличивается обратно пропорционально диаметру. При недостатке воздуха от этого замедляется флотация и повышаются потери в хвостах. На практике в тонкие классы уходят более легко шламующиеся минералы, при флотации сульфидных руд − окисленная часть, что также затрудняет флотацию тонких частиц. Следовательно, для любой руды кривая извлечения в зависимости от крупности класса имеет максимум, т. е. лучше всего в данных условиях флотируют частицы определенной крупности. Понижение извлечения при флотации крупных частиц объясняется также и наличием в них сростков.

Решающее значение при флотации имеют также характер и взаимосвязь минеральных составляющих полезного ископаемого: крупность прорастания, наличие продуктов окисления и выветривания, растворимых солей и продуктов вторичного образования из водных растворов и пр. Для правильной организации процесса флотации необходимо заранее знать вещественный состав руды. Лучшие результаты получаются при поступлении на фабрику в течение длительного периода руды постоянного состава. Соблюдение этого условия возможно при наличии бункеров в главном корпусе фабрики на трехсуточный и двухсуточный (минимально) запас руды, расположенных таким образом, чтобы поступающая из дробильного отделения руда опробовалась и распределялась в одном бункере и хранилась в нем до

получения результатов анализа. В это время фабрика должна работать на руде из другого бункера, состав содержимого которого уже известен. Если на фабрику поступает несколько сортов руды, то для каждой из них должны быть приемный и рабочий бункера. Технологический режим флотации устанавливается на основании анализа руды.

Руды из отдельных участков месторождения, перерабатываемые по одной схеме, нужно добывать и доставлять на фабрику по заранее определенному графику и смешивать в определенной пропорции. Смешивать руды можно либо при среднем и мелком дроблении, если перед дроблением имеются бункера или склады, либо при заполнении оклада или бункеров. При послойной укладке руды автоматически движущейся тележкой на шахте «Гигант» среднеквадратичное отклонение содержания железа вместо 1,52 стало 0,5%. а диапазон колебаний вместо 10,7−3%. Аналогично на шахте «Северная» среднеквадратичное отклонение вместо 2,7 стало 0,56%. Смешивать руду можно и одновременно, подавая разные сорта ее из бункеров в определенной пропорции на общий конвейер, питающий дробилку или мельницу. Наконец, на большой флотационной фабрике смешение относительно однородных руд при наличии нескольких мельниц с классификаторами производят, подавая сливы всех классификаторов в один пульподелитель или в чан перед пульподелителем. В этом случае на все машины идет одинаковая пульпа с одинаковым реагентным режимом, фабрика превращается в одну секцию, что упрощает контроль.Медные руды условно можно разделить на следующие типы; сульфидные (содержат не более 25% окисленной меди), окисленные (содержат не более 25% сульфидов) и смешанные (промежуточный тип). К медным рудам России гравитационные методы обогащения не применимы; эти руды обогащают исключительно флотацией.

Сульфидные руды делят на вкрапленные и сплошные. Наибольшие запасы меди представлены вкрапленными рудами. На этих рудах работают наиболее крупные флотационные фабрики [Моренси − 55 000 т/сутки, Арчур и Магна (США) вместе перерабатывают 90 000 т/сутки, в Казахстане − Джезказганская, Балхашская, строится Алмалыкская и др.]. В большинстве случаев эти руды добывают открытыми способами. Особенность схем обогащения вкрапленных руд − возможное выделение основной массы сульфидов в бедные концентраты при относительно грубом измельчении (до −0,5 мм). Для повышения извлечения меди в результате флотации крупнозернистых сростков сульфидов с пустой породой в процесс добавляют, кроме ксантата и вспенивателя, углеводороды. Полученные бедные концентраты затем доизмельчают в замкнутом цикле и перечищают. В некоторых случаях доизмельчают только промпродукты, получаемые после

перечистки грубых концентратов и дофлотации хвостов. Промпродукты доизмельчают в том случае, если необходимо освободить сульфиды от кварца. Цель доизмельчения концентратов − доизмельчить не только сростки с кварцем, но и сростки медных минералов с пиритом. В порфировых рудах медные минералы представлены преимущественно халькозином или борнитом. Это дает возможность получать богатые медью концентраты (рис. 1.3).

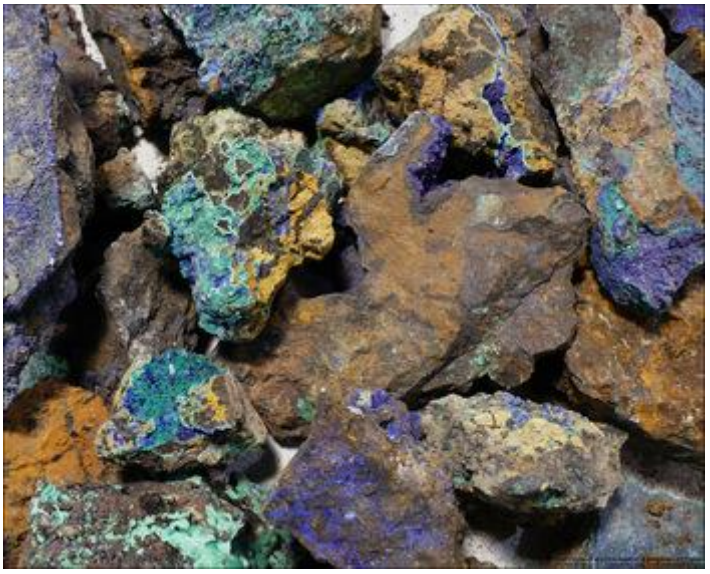

Рисунок 1.3 – Концентрация меди в различных веществах

Концентраты с 40−45% меди могут быть получены и на Джезказганской (Кенгирской) обогатительной фабрике, если усложнить схему − ввести доизмельчение концентратов и промпродуктов. Относительная однородность порфировых руд, поступающих на фабрику, дает возможность даже на самых крупных фабриках иметь флотационное отделение − моносекции: в этом случае сливы всех классификаторов отделения измельчения подают в один пульподелитель (имеется резервный), распределяющий пульпу на ряд параллельных машин. Большая производительность фабрик обеспечивает низкую стоимость обогащения и возможность перерабатывать руды с содержанием до 0,5% меди. Принципиальная схема обогащения медных руд (рис. 1.4). Самая простая и дешевая схема − с открытым циклом в третьей стадии дробления, одностадиальным измельчением руды и доизмельчением промпродукта и концентратов или только промпродуктов (Моренси). На Джезказганской и Балхашской фабриках отвальные хвосты можно получить при измельчении до 45% − 0,074 мм. если доизмельчать промпродукты и концентраты в отдельных циклах (рис. 1.5).

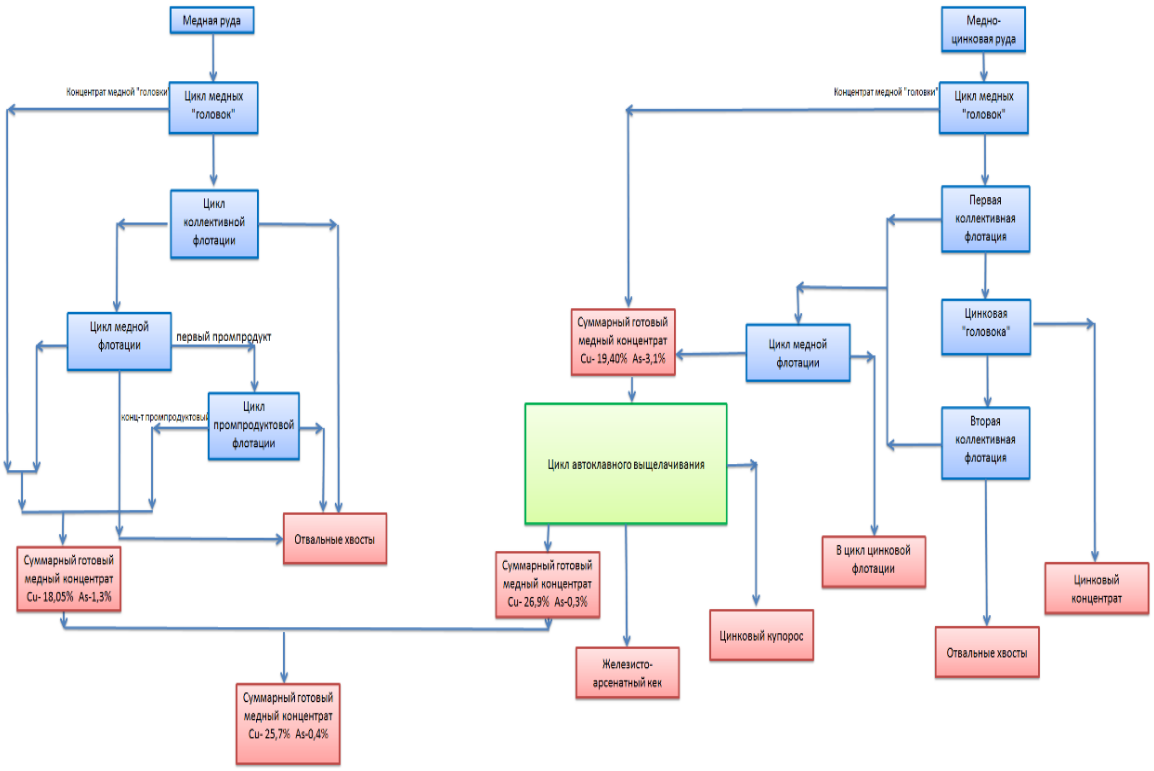

Рисунок 1.4 – Принципиальная схема обогащения медных руд 1

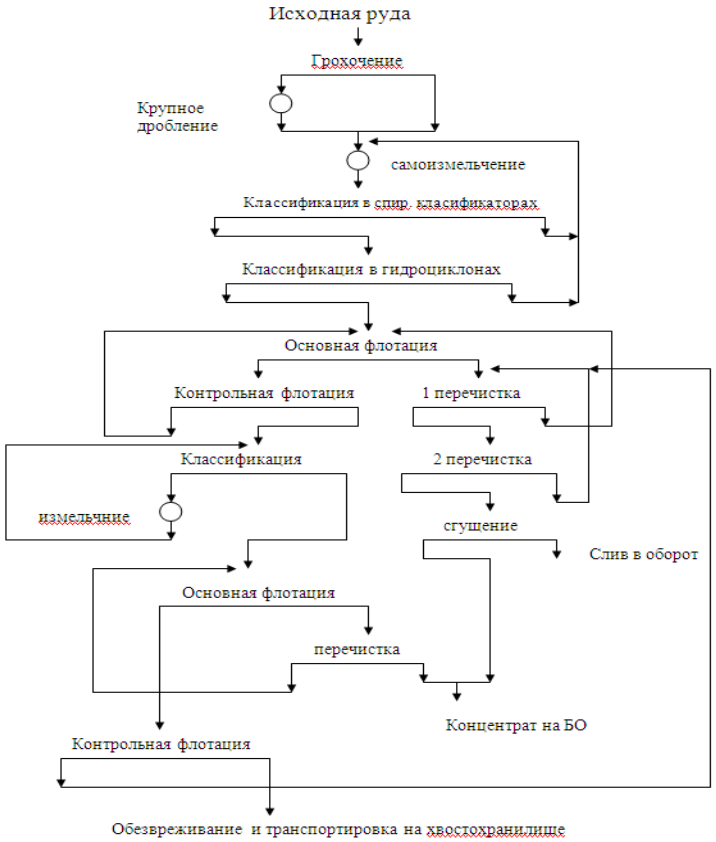

Рисунок 1.5 – Принципиальная схема обогащения медных руд 2

1.6 Флотационные фабрики

На Балхашской фабрике до сих пор не введено доизмельчение промпродуктов, поэтому необходимо измельчать всю руду до 60− 65%) − 0,074 мм. При этом все же в крупных классах хвостов содержание меди близко к содержанию в руде, т. е. хвосты надо классифицировать и пески еще раз доизмельчать и флотировать. Для доизвлечения сростков из песков без их измельчения можно вести флотацию с добавкой углеводородов (типа трансформаторного масла и др.), как это предложено Гинцветметом (А.К. Лившиц) для Джезказганской руды. При флотации порфировых руд пирит обычно депрессируют и в концентратах оставляют такое количество серы, которое обеспечивает получение наиболее экономичного шлака и штейна. Депрессия пирита производится или известью в сильно щелочной среде, или цианидом в слабо щелочной среде (pH = 9, в редких случаях pH>10). Реагентный режим обычно таков. В измельчение дается известь до pH во флотации около 8; в некоторых случаях полезно в измельчение давать около 25 г/т труднорастворимого собирателя − диксантогената или тиокарбонилида. Во флотацию в несколько приемов дают ксантогенат или аэрофлот и вспениватель. Расход ксантогената и аэрофлота составляет от 35 до 100 г/т руды и соснового масла 25−50 г/т руды. К типу сплошных сульфидных руд относятся − сплошные медистые пириты (Дегтярское месторождение, а также руды Красногвардейского и Ново−Левинского рудников) и сплошные медисто−пирито−пирротиновые руды (руды Норанда, Канада и др.). Особенностью медистых пиритов является очень тонкое прорастание сульфидов меди и железа с образованием на пирите тончайших пленок вторичных сульфидов меди, главным образом ковеллина, особенно в верхних горизонтах. Руды содержат значительное количество растворимых продуктов окисления пирита и медных минералов в виде сульфатов, отчего немного понижается флотируемость медных сульфидов и активируется пирит. В связи с этим при обогащении этих руд необходимо очень тонкое измельчение для освобождения сульфидов меди. Например, из руд Дегтярки отвальные хвосты с содержанием меди ниже 0,2% можно получить лишь при измельчении сульфидов до −44 мк. Практически такое измельчение экономически не всегда целесообразно, например, совершенно нецелесообразно в том случае, когда пиритные огарки после обжига пиритного концентрата будут подвергаться при подготовке к доменной плавке хлорирующему обжигу для извлечения цветных, благородных и рассеянных металлов. Обычно три двухстадиальной (Среднеуральская фабрика) или трехстадиальной схеме (испытывалась на Красноуральской фабрике) измельчение ведут до 90−95% − 0,074 мм. При таком измельчении получают бедные концентраты.

Флотацию медистых пиритов ведут в сильно щелочной среде с содержанием свободной CaO около 600−900 г/м3 пульпы. Расход извести составляет 5−10 кг/т, ксантата 100−120 г/т. флотомасла − до 75 г/т. Получение более богатых концентратов при снижении извлечения выгодно в том случае, если в пиритных хвостах при доводке концентратов содержание меди будет не выше содержания меди в шлаках. В этом случае при плавке концентратов общее извлечение меди в черновую медь будет такое же, как и при плавке более бедных концентратов или даже выше. При флотации медистых пиритов расход энергии составляет 30−35 квтхч/т, в то время как на фабриках, перерабатывающих порфировые руды, от 12−15 квтхч/т (Юта, Чили и др.) до 20 квтхч/т. Медно−пиритно−пирротиновые руды также требуют тонкого измельчения. Например, на фабрике Норанда при относительно крупном помоле руды до 48%−0,074 мм, содержащей халькопирит, 20−30% пирита и 50−60% пирротина, освобождается большая часть халькопирита, НО остальная часть требует более тонкого помола: хвосты медного цикла содержат 80%, а окончательные − пирротинового цикла − 95% − 74 мк. Такое тонкое измельчение необходимо не для извлечения меди, а для извлечения золота. Схема измельчения очень сложна − многостадиальная со многостадиальной флотацией. Особенность флотации пирротиновых руд − легкая окисляемость пирротина и накапливание в пульпе низших окислов серы, в частности, гипосульфита, являющихся депрессорами медных минералов. Поэтому необходимо строго регулировать восстановительную способность пульпы, для чего пульпу перед каждой стадией флотации подвергают аэрации в особых аэраторах, являющихся одновременно и классификаторами. На фабрике Норанда извлекают 96% Cu в концентраты с содержанием 9,1% Cu; извлечение золота составляет 85−90% (с цианированием пиритного золотосодержащего концентрата), в то время как при обогащении руд Дегтярки извлекается золота только 20−30%. Хвосты флотации сплошных медистых пиритов обычно являются готовым пиритным концентратом, но качество их может быть улучшено (содержание серы доведено до 48−50%) в результате перефлотации после сгущения, разбавления свежей водой и добавления серной кислоты или кислых лежалых хвостов из отвала. Пиритная флотация экономически выгодна и обеспечивает комплексное использование серы и железа.

Медные руды промежуточного типа, в которых содержание сульфидов может колебаться от 10 до 50%, перерабатывают по такой же схеме, что и сплошные сульфидные руды, с той лишь разницей, что общее измельчение руды перед флотацией здесь тем грубее, чем меньше сульфидов, и для депрессии пирита не требуется столь высокой щелочности, как при флотации сплошные медистых пиритов. При содержании пирита не более 25−30% и

необходимости использовать 'Пирит целесообразна схема коллективной флотации сульфидов при относительно грубом помоле руды с последующей классификацией и доизмельчением коллективного концентрата или без доизмельченчя, с флотацией по режиму сплошных сульфидных руд, т. е. в сильно известковой среде или в слабощелочной среде с добавлением цианида для депрессии пирита.

Коллективная флотация с последующей селективной флотацией применяется для получения медного и пиритного концентратов на Пышминской обогатительной фабрике. Из руды с содержанием меди 0,6% получали медные концентраты, содержащие 27% Cu при извлечении 91,6%. Коллективную флотацию ведут в слабощелочной среде, а селективную − в сильнощелочной. Общий расход реагентов при такой схеме значительно меньший, чем при прямой селективной флотации руды в две стадии. Кроме Пышминской, схема коллективной флотации сульфидов меди и пирита применяется на Кировградской фабрике, на фабрике Алдермак (Канада) и др. Для иллюстрации показателей флотации сульфидных вкрапленных руд приведены результаты работы некоторых фабрик (рис.1.6).

Рисунко 1.6 – Обогатительные фабрики

На Зангезурской фабрике, как и на Карабашской, легко можно повысить качество концентратов, но в этом, по−видимому, нет необходимости в связи с потерями золота с пиритом (Карабаш). Окисленные медные руды образовались в основном в результате окисления сульфидных руд. В зависимости от условий образования характер соединений меди в этих рудах весьма разнообразен. Часть соединений меди представлена обособленными минералами, например малахитом, азуритом, хризоколлой, купритом и др., но

часть меди в рудах может быть сорбционно связана с различными алюмосиликатами − продуктами разрушения первичных горных пород, и гидроокислами железа, образовавшимися в результате соосаждения из растворов. Медь из соединений с алюмосиликатами не только невозможно выделить механическими методами, но даже такими активными химическими агентами, как цианистый калий или серная кислота, которые не растворяют медь в этих соединениях. Такая медь называется «связанной». В Северной Африке в Мисита переработка окисленной медной руды с 2,4% Cu представляет нерешенную сложную проблему: руда не обогащается флотацией и выщелачивание неприменимо. Из свободных окисленных соединений меди малахит и азурит могут быть извлечены флотацией после предварительной сульфидизации их поверхности или без сулифидизации, но при очень высоких расходах (до 1 кг/т) собирателя − ксантата или меркаптанов и др., содержащих в полярной части Хризоколла почти не извлекается флотацией, как и «связанные» соединения меди. По обогатимости окисленные руды в зависимости от характера соединений меди в руде делят на два типа; легко обогатимые (относительно) и трудно обогатимые или «упорные». Так как малахит и азурит легко растворяются в цианистом калии, а другие соединения, не флотируемые, не растворяются, то представление об обогатимости руды можно получить по результатам цианистой вытяжки из руды; флотацией может быть извлечено столько меди, сколько ее перейдет в цианистую вытяжку при той же крупности измельчения. Руды, в которых мало глины и порошковатых гидроокислов желех за, размазанных по всей массе породы, обычно обогащаются относительно хорошо, и извлечение меди флотацией из них может составить 70−85% в зависимости от содержания меди в руде. Из упорных руд из влечение флотацией в бедные концентраты составляет иногда 20−30%. Упорные окисленные руды обогащают более дорогими методами − комбинированными. К числу их относится, например, процесс, разработанный проф. В.Я. Мостовичем. Процесс в основном состоит в следующем. Руду перемешивают в растворе серной кислоты 1−5%; окисленная свободная медь, в том числе из хризоколлы, бирюзы и др., переходит в раст,вор. Концентрация кислоты в процессе выщелачивания меди понижается до 0,25 − 0,5%. После этого в пульпу добавляют порошковатое губчатое железо или молотую чугунную стружку, при перемешивании медь осаждается железом («цементируется») в виде мелких частиц и затем флотируется такими собирателями, как аэрофлот, высшие ксантогенаты, диксантогенаты, минереки и др. После перечистки можно получить богатые концентраты, содержащие 30−60%) меди. Извлечение в зависимости от упорности руды или от количества связанной меди может изменяться в пределах 65−95%. Расход кислоты при этом процессе зависит от содержания

окисленной меди и других поглотителей кислоты; карбонатов щелочноземельных металлов, продуктов коалинизации полевых шпатов и др. Он может колебаться для различных руд в пределах от 2 до 8 г на тонну меди в концентратах. Расход железного осадителя (чугунная стружка, скрап, губчатое железо) составляет 1,5−2,5 т на тонну меди. Для сокращения расхода кислоты и железа может быть использована такая схема; измельченная для процесса руда поступает на флотацию для выделения легко флотируемых соединений меди, а хвосты флотации − на процесс Мостовича.

В России имеется ряд. месторождений со значительными запасами окисленных руд (Джезказганское, Алмалыкское, Бощекульское и др.), причем большая часть этих руд относится к упорным и может быть переработана только по методу проф. Мостовича. По этому же методу (в США его называют процессом L−P−F − выщелачивание − цементация − флотация) можно перерабатывать не только чисто окисленные, но и смешанные руды с небольшим содержанием окисленной меди. В этом случае, как на фабрике Хайден (США), применима такая схема. Руду измельчают до крупности −6 мм, добавляя серную кислоту, и подвергают классификации на пески и шламы. Пески выщелачивают в барабанных аппаратах, затем раствор отделяют в классификаторе, а пески классификатора промывают в других классификаторах два раза. Последовательно промытые пески подают на измельчение и флотацию сульфидов. Медьсодержащий раствор присоединяют к шламовой части, которую перерабатывают по обычной схеме: выщелачивание − цементация − флотация. По этой схеме флотируется в кислом растворе не вся руда, а лишь часть ее. Вместе с цементной медью флотируют и сульфиды шламовой части. При отсутствии в руде карбонатов и малом содержании окисленной меди расход кислоты составляет 2−5 кг/г руды; при наличии карбонатов расход кислоты повышается и для руд Алмалыка составляет около 30 кг/т, а для некоторых руд Джезказгана − до 100 кг/т. Карбонаты надо предварительно удалять флотацией алкилсульфатами или жирными кислотами. При наличии упорной меди приходится держать повышенную концентрацию кислоты, в результате чего увеличивается и расход железа. Кроме того, чтобы .понизить коррозию трубопроводов при транспортировке хвостов, приходится их нейтрализовать и расходовать известь.

Для процесса Моставича требуется дешевая серная кислота и осадитель − губчатое железо или чугунная стружка. Медь, получаемая по это'му процессу, значительно дороже, чем получаемая при простой флотации. Имеется второй процесс Мостовича для переработки окисленных медных руд: восстановление меди из окислов до металла с последующей флотацией меди после измельчеиия обожженной руды. Процесс может быть применен при

дешевом топливе. Медно−цинково−пиритные руды. В первичных сульфидных медно−цинковых рудах медные минералы представлены халькопиритом, а цинковые − преимущественно сфалеритом или марматитом. Разница во флотируемости между чистыми сульфидами меди и цинка настолько велика, что, казалось бы, при разделении медных и цинковых минералов не должно быть каких−либо затруднений. Например, сфалерит почти не флотирует с этиловым ксантатом, а сульфиды меди флотируют с ним очень хорошо. Однако на практике медноцинковые руды − один из трудных объектов обогащения. Это объясняется тем, что в результате процессов окисления сульфидов и растворения продуктов окисления в раствор переходят катионы меди Cu2+, которые адсорбируются на поверхности цинковой обманки и резко повышают ее флотируем ость собирателями типа ксантата или аэрофлота, т. е. активируют ее. Активированная цинковая обманка флотирует даже легче, чем сульфиды меди, поверхность которых слегка затронута процессами окисления. Когда на флотацию поступают первичные сульфидные руды, не охваченные процессами окисления, активацию цинковой обманки в процессе измельчения и флотации можно предотвратить, добавив вещества, связывающие катион Cu2+. К таким веществам − депрессорам цинковой обманки − относятся Na2S, NaCN и др. Поэтому первичные сульфидные медно−цинково−пиритные руды обогащаются флотацией вполне удовлетворительно. Но если в самом месторождении процессы окисления и вторичного обогащения развились настолько, что цинковая обманка в результате обменной реакции покрылась пленками и прожилками кавеллина, а в руде появилось значительное количество растворимой меди, то селективная флотация трудна, а порою и невозможна. Поэтому при обогащении медно−цинковых руд из верхних горизонтов, охваченных процессами окисления и вторичного обогащения, получаются неудовлетворительные результаты. Например, при обогащении таких руд месторождений Карпушихи и им. III Интернационала (Урал) в лучшем случае в медных концентратах на тонну меди терялась тонна цинка, а цинковые концентраты были богаты медью; аналогичные результаты давало обогащение руд верхних горизонтов Сибаевокого, Учалинского и других месторождений. Принципиальная схема обогащения первичных медно−цинковых руд аналогична представленной на рисунке 1.7. Она отличается только дополнительным циклом цинковой флотации из хвостов медной флотации. Перед цинковой флотацией обычно ставят контактные чаны для контакта с медным купоросом и известью.

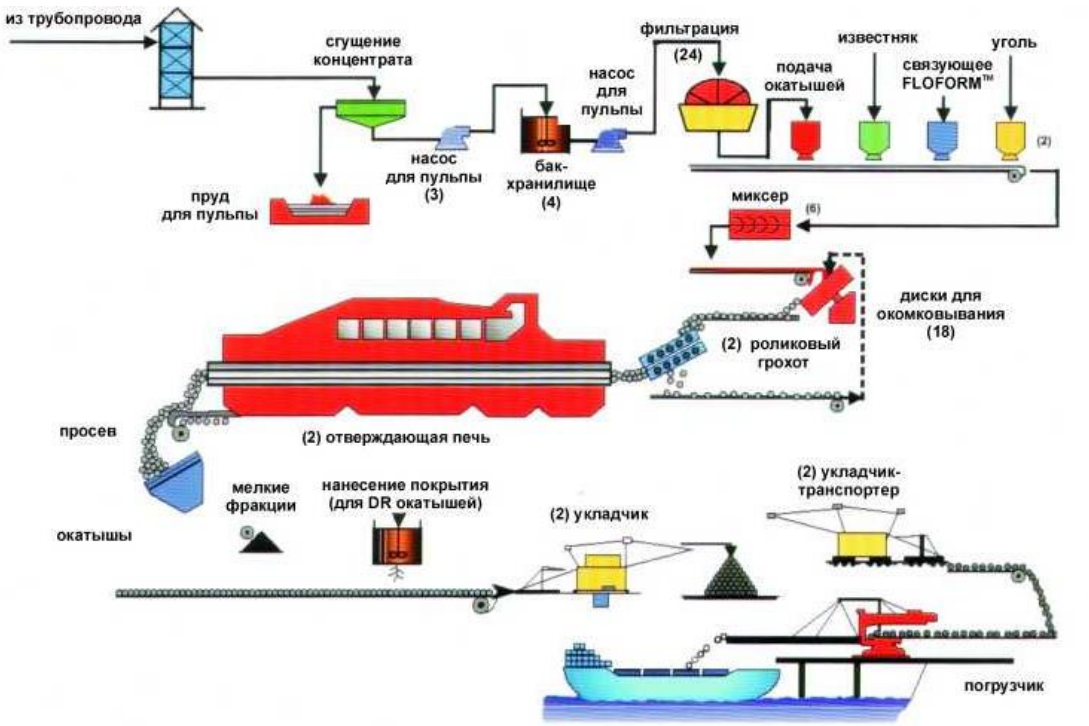

Рисунок 1.7 − Принципиальная схема обогащения первичных медно−цинковых руд

Если в руде много пирита, то флотацию цинковой обманки ведут в сильно щелочной среде (pH = 11), чтобы депрессировать пирит. Число перечисток цинкового концентрата зависит от содержания цинка: чем беднее руда, тем больше перечисток. Для бедных медью и цинком первичных руд как вкрапленных, так и сплошных сульфидных Урала, кроме схем селективной флотации, Уралгипроцветметом в 40−х годах были разработаны схемы коллективной флотации медных и цинковых минералов, а для вкрапленных руд − коллективной флотации всех сульфидов с последующим разделением коллективных концентратов. В последние годы схемы коллективной флотации с последующей селекцией внедрены на Красноуральском, Кировградском и Карабашском заводах, можно применить на Среднеуральской фабрике для руд Дегтярки и др. На Красноуральской фабрике в коллективный концентрат извлекается медь и часть легко флотируемой цинковой обманки, а часть цинка затем извлекается из хвостов медной флотации. Такая схема носит название коллективноселективной.

Для улучшения качества концентратов и повышения извлечения цинка при тонком прорастании сульфидов приходится вводить в схемы доизмельчение концентратов или промпродуктов или и тех и других. При обогащении медно−цинковых руд получают различные результаты в зависимости от характера руд: тонкости прорастания, наличия вторичных сульфидов меди и растворимых солей меди, состава сульфидов, наличия пирротина и пирита. Руды, содержащие пирротин − поглотитель ионов меди, легче обогащаются, чем не содержащие пирротина.

2 Описание оборудования

2.1 Философия управления

Шкаф управления предназначен для приема и распределения электрической энергии управления технологическими электроприемниками, защиты их от перегрузок и коротких замыканий. Шкаф управления представляет собой целый комплекс управляющих устройств. Обычно шкаф управления состоит из коммутационных (силовых аппаратов), устройств защиты, частотных преобразователей и систем управления на базе микропроцессоров. Такой шкаф подключается к сети посредством ВРУ (вводно−распределительного устройства). Благодаря использованию современных расширяемых элементов можно построить систему любой сложности и любой логики. Автоматизировать и очень точно контролировать любой производственный процесс. Корпус шкафа выполнен из металла и, как правило, имеет запираемую дверцу. Для возможности расширения шкафа управления боковые панели выполнены съемными, поэтому нет никаких проблем добавить очередной модуль. При производстве щитов стараются обеспечить степень защиты корпуса IP20, IP31, IP41, IP54. Если требует проект, то возможны шкафы с IP44, IP55, IP65. Однако следует понимать, что высокие показатели защиты корпуса увеличивают стоимость шкафа управления, снижается естественное охлаждение аппаратуры, поэтому часто требуется установка дополнительных систем вентиляции, что еще больше увеличивает конечную стоимость проекта.

Так как работа шкафов основана на принципах автоматики управления постоянный или регулярный контроль изменений наблюдаемых параметров системы, то область использования таких шкафов практически неограниченна. К примеру, шкаф может применяться для автоматического выбора оптимальных режимов работы электродвигателей, насосов. А управление шкафами может быть организовано в автоматическом и ручном режиме. Почти всегда использование шкафа управления позволяет сократить потребление электроэнергии, обеспечить защиту электродвигателям от перегрузки и токов короткого замыкания, что однозначно продлит срок эксплуатации самих электродвигателей. Часто щит автоматики не нужно проектировать, ведь есть уже готовые проекты, реализующие стандартные схемы, к примеру, управление освещением, управление электрооборудованием.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) − группа решений технических и программных средств, предназначенных для автоматизации управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях. Может иметь связь с более общей автоматизированной системой управления предприятием (АСУП). Под АСУ ТП обычно понимается целостное решение, обеспечивающее автоматизацию основных операций технологического процесса на

производстве в целом или каком−то его участке, выпускающем относительно завершѐнное изделие. Понятие «автоматизированный», в отличие от понятия «автоматический», подчѐркивает необходимость участия человека в отдельных операциях, как в целях сохранения контроля над процессом, так и в связи со сложностью или нецелесообразностью автоматизации отдельных операций. Составными частями АСУ ТП могут быть отдельные системы автоматического управления (САУ) и автоматизированные устройства, связанные в единый комплекс. Такие как системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA), распределенные системы управления (DCS), и другие более мелкие системы управления (например системы на программируемых логических контроллерах (PLC)). Как правило, АСУ ТП имеет единую систему операторского управления технологическим процессом в виде одного или нескольких пультов управления, средства обработки и архивирования информации о ходе процесса, типовые элементы автоматики: датчики, устройства управления, исполнительные устройства. Для информационной связи всех подсистем используются промышленные сети.

Для управления процессом флотации необходимо собрать свой шкаф упраления технологическим процессом. У нас имеются семь котлов флотации, каждый из них оснощен ультразвуковым уровнемером и двумя пневматическими клапанами.

Целью линии флотации является переработка медной или молибденовой руды в товарный концентрат. Пульпа верхнего слива циклонов поступает в линию основной флотации. MIBC, SIBX и тест реагент добавляются во флотационные камеры первой и третьей контрольной флотации. Точное управление уровнем pH линии основной/контрольной флотации достигается добавлением известкового молока в распределитель питания флотации, первую и третью камеры контрольной флотации каждой линии основной контрольной флотации. Аэрация и перемешивание флотационных камер создает медный концентрат, который представляет собой верхний слив флотационной камеры. Концентрат из камер основной флотации собирается в желоб для концентрата основной флотации и самотеком поступает в бункер концентрата основной флотации. Контроль за движением смеси происходить путем передачи уровнемером аналогового сигнала. После обработки сигнала от уровнемера, ПЛК дает команды на пневматические клапана. Так наша смесь пульпы и реагентов равномерно распределяется между семью флотационными камерами. Для реализации данного проекта было принято решение использовать оборудование Siemens. В состав нашего шкафа входит программируемый контроллер, анологовые модули ввода и вывода, блок питания, проходные клеммы и защитные реле. Состав шкафа представлен на рисунке 2.1.

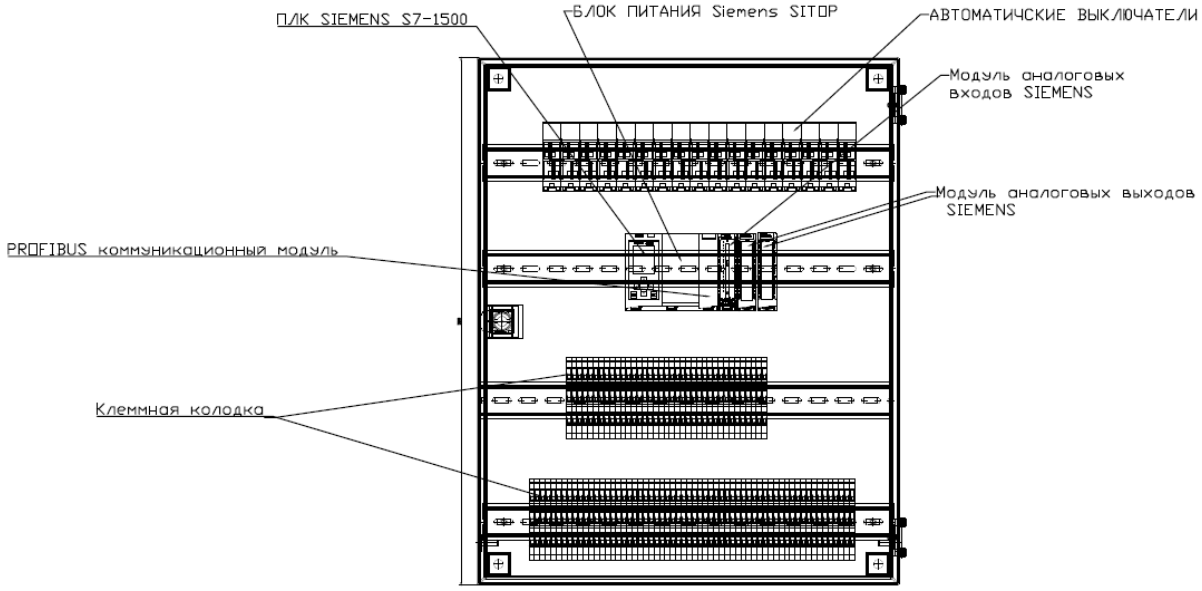

Рисунок 2.1 – Шкаф управления технологическим процессом

2.2 Состав шкафа упраления технологическим процессом

2.2.1 Программируемый контроллер Siemens S7−1500

Оборудование Siemens имеет широкое применение во всех сферах промышленности. Оно отличается надежностью, не высокой стоимостью и многофункциональностью. Главным элементом управления является ПЛК. При выборе ПЛК было учтено, его быстродействие, цена, простота монтажа. Был выбран программируемый контроллер Siemens S7−1500 (рис. 2.2).

Рисунок 2.2 − Siemens S7−1500

Программируемые логические контроллеры Simatic S7−1500 это новейшее семейство контроллеров Сименс обладающих великолепными характеристиками, отличным набором функций и впечатляющим быстродействием. В новых контроллерах S7−1500 значительно снижено время реакции на внешние события. Благодаря такому высокому уровню производительности контроллеры S7−1500 могут быть использованы для решения задач среднего и высокого уровня сложности.

Удобная конструкция программируемого контроллера S7−1500 и его модульность позволяют его максимально адаптировать к требованиям решаемой задачи. Контроллер имеет естественное охлаждение. В случае модернизации системы контроллер обеспечивает свободное наращивание функциональных возможностей. Повышенная степень защиты программы и данных обеспечивают разработчиков дополнительным уровнем безопасности. Установка всех модулей ПЛК осуществляется на профильную шину S7−1500. Допустима установка до 32 модулей контроллера в одну монтажную стойку. Последовательность размещения модулей произвольна. Через интерфейсные модули ET 200MP и сеть PROFINET имеется возможность подключать дополнительные стойки с дополнительными модулями расширения к контроллеру S7−1500 (рис. 2.3).

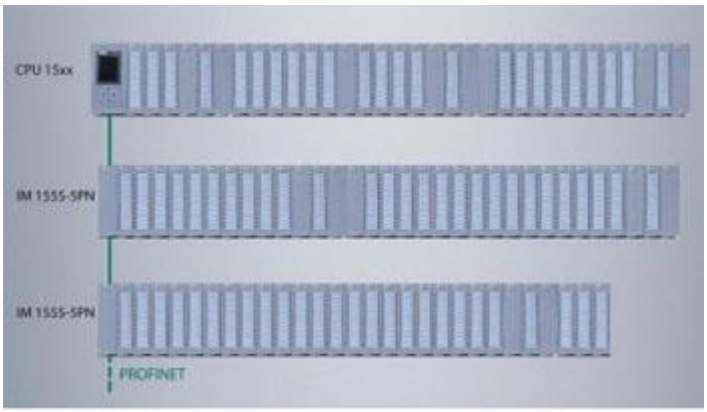

Рисунок 2.3 – Модуль CPU с дополнительными модулями расширения

С помощью съемных дисплеев, которыми комплектуются все модули ЦПУ S7−1500, эксплуатационные характеристики контроллер заметно повышаются. Благодаря применению съемного дисплея можно, без применения программатора, произвести изменение различных параметров, в том числе изменить IP−адрес, имя станции и т.д. На дисплей можно выводить диагностическую информацию и аварийные сообщения, а в системе распределенного или локального ввода−вывода можно отображать состояние модулей, а так же отображать серийные и заказные номера и версии ПО модулей системы. Удаление и установку дисплея можно производить в процессе работы контроллера.

Карты памяти Simatic Memory Card размером от 2 Мб до 2 Гб используются в качестве загружаемой памяти. Для необслуживаемого

сохранения данных при перебоях в питании ПЛК без применения буферных батарей, а также для сохранения всего проекта STEP 7, включая символьные имена, так же может быть использована карта памяти. В контроллере применяется скоростная внутренняя шина для обмена данными со скоростью 400 Мб в секунду. Это позволяет получить в итоге минимальное время цикла. В программируемом логическом контроллере S7−1500 время реакции терминал−терминал не превышает 100 мкс.

Рисунок – 2.4 – Карты памяти в программируемом логическом контроллере S7−1500

Широкие возможности по защите от несанкционированного доступа реализованы в контроллерах Siemens S7−1500. Возможность установить защиту от копирования или изменения программных блоков с помощью Step 7, карт памяти, библиотек, от несанкционированного просмотра. Копирование может быть запрещено привязкой отдельных или связанных программных блоков к серийному номеру модуля ЦПУ или карты памяти. Реализовано 4 ровня доступа к центральному процессору (подключения HMI происходят после ввода пароля), организация уровней доступа 1−3 с помощью персональных паролей. Защита от манипуляции данными, включая защиту целостности данных проекта и системы связи, целостности и подлинности обновлений встроенного программного обеспечения, обеспечивает защиту от внешних атак.

Инновационный программируемый контроллер S7−1500 базируется на дальнейшем развитии и совершенствовании функциональных возможностей хорошо известных программируемых контроллеров S7−300 и S7−400. Он предназначен для автоматизации циклических процессов во всех секторах промышленного производства.

Улучшенная производительность системы, встроенная поддержка технологических функций, обмен данными через PROFINET в реальном масштабе времени в режимах RT (Real Time) и IRT (Isochronous Real Time), языковые расширения пакета STEP 7, а также поддержка проверенных временем функций S7−300/ S7−400 гарантируют получение неоспоримых преимуществ использования нового контроллера. В сочетании с

преимуществами программного обеспечения STEP 7 Professional (TIA Portal) ввод в эксплуатацию новой серии контроллеров может быть выполнен легко, просто и эффективно.

Основные свойства нового контроллера:

− высочайшая производительность для своего класса, эффективное решение задач автоматизации среднего и высокого уровня сложности, минимальные времена реакции на внешние события;

− модульная конструкция, максимальная адаптация аппаратуры к требованиям решаемых задач, продуманные конструктивные решения и работа с естественным охлаждением.

− одновременное обслуживание систем локального и распределенного ввода−вывода, простое включение в сетевые конфигурации, встроенная поддержка защищенного обмена данными через промышленные сети Industrial Ethernet и Интернет;

− расширенная концепция защиты доступа к программе и данным;

− поддержка широкого спектра диагностических функций и общей концепции диагностики систем локального и распределенного ввода−вывода;

− свободное наращивание функциональных возможностей при модернизации системы управления.

S7−1500 может использоваться во всех областях, где традиционно находят применение программируемые контроллеры S7−300, а также в целом ряде областей, где в настоящее время находят применение программируемые контроллеры S7−400.

Состав аппаратуры и конструктивные особенности Программируемые контроллеры S7−1500 позволяют использовать в своем составе:

− модули центральных процессоров (CPU) различной производительности, в том числе и F−CPU;

− сигнальные модули (SM), предназначенные для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов контроллера;

− коммуникационные модули (CM/CP) для подключения контроллера к сетям Ethernet и PROFIBUS, а также поддержки обмена данными через непосредственные (PtP – point to point) соединения на основе последовательных интерфейсов RS 232 и RS 422/ RS 485;

− технологические модули (TM) для решения задач скоростного счета и позиционирования;

− блоки питания нагрузки PM 1507 для питания внешних цепей и системные блоки питания (PS 150x) для питания внутренней электроники модулей контроллера.[19]

По сравнению с программируемыми контроллерами S7−300 и S7400 в S7−1500 существенно сокращена номенклатура модулей всех типов.

Сигнальные, технологические и коммуникационные модули (рис. 2.5) делятся на четыре класса:

− модули класса HF с поддержкой диагностических функций на уровне отдельных каналов в модулях SM и TM и расширенным набором поддерживаемых функций в модулях CM и CP;

− модули класса ST с поддержкой диагностических функций на уровне модуля или группы каналов;

− модули класса BA без поддержки диагностических функций;

− модули класса HS с поддержкой функций скоростного выполнения операций аналого−цифровогопреобразования.

Рисунок 2.5 − Сигнальные, технологические и коммуникационные модули

Конструкция контроллера отличается высокой гибкостью и удобством обслуживания. Все модули устанавливаются на профильную шину S7−1500 и фиксируются в рабочих положениях встроенными в них винтами. В одну монтажную стойку допускается установка одного центрального процессора и до 31 модуля с интерфейсом подключения к внутренней шине контролера. Порядок размещения модулей может быть произвольным.

При необходимости в качестве стоек расширения можно использовать станции ET 200MP, подключаемые к контроллеру через интерфейс PROFINET.

Объединение модулей в единую систему выполняется с помощью U−образных шинных соединителей, устанавливаемых на тыльную часть корпуса. Эти соединители входят в комплект поставки каждого модуля. В стадии разработки находится вариант объединения модулей через активную внутреннюю шину.

Внешние цепи сигнальных модулей подключаются через съемные фронтальные штекеры, механическое кодирование которых исключает возможность возникновения ошибок при замене модулей. Дополнительно для этой цели в модулях шириной 35 мм могут использоваться модульные и гибкие соединители. Во всех технологических и сигнальных модулях шириной 35 мм используются одинаковые 40−полюсные фронтальные штекеры, которые должны заказываться отдельно. Сигнальные модули шириной 25 мм поставляются в комплекте с фронтальным штекером.[20]

В сигнальных модулях шириной 35 мм для подключения внешних цепей вместо фронтальных штекеров могут использоваться гибкие и модульные соединители SIMATIC TOP Connect.

С помощью системных блоков питания PS 150x все модули контроллера могут быть разбиты на несколько потенциальных групп, каждая из которых имеет общие шины питания внутренней электроники. В одном контроллере S7−1500 может быть использовано до трех системных блоков питания.

В составе программируемого контроллера S7−1500 может использоваться несколько типов CPU стандартного назначения, а также F−CPU для построения систем противоаварийной защиты и обеспечения безопасности (рис. 2.6).

Все типы центральных процессоров S7−1500 оснащены интерфейсом PROFINET с встроенным 2−канальным коммутатором и поддержкой обмена данными в режимах RT и IRT.

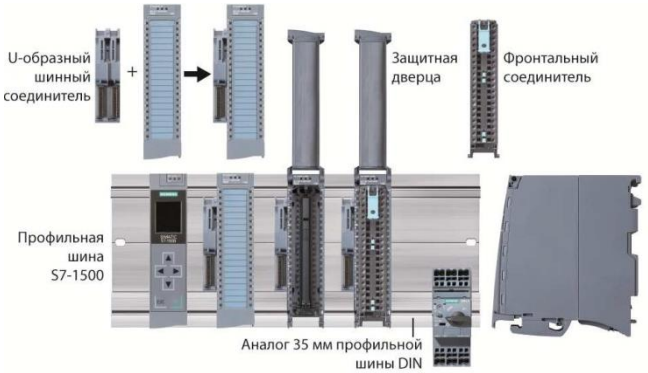

Рисунок 2.6 – Конструкция модулей

Он используется для программирования, конфигурирования, диагностики и обслуживания контроллера, коммуникационного обмена данными, обслуживания систем распределенного вводавывода, а также поддержки функций интеллектуального прибора ввода−вывода.

Некоторые типы центральных процессоров оснащены одним или двумя дополнительными интерфейсами PROFINET со своими IP адресами. Эти интерфейсы не могут быть использованы для обмена данными в режимах RT и IRT. Центральные процессоры CPU 151x−x PN/DP дополнительно оснащены интерфейсом PROFIBUS DP.

Дополнительные коммуникационные интерфейсы могут быть получены с помощью коммуникационных модулей. В зависимости от типа используемого CPU в одном контроллере S7−1500 может быть установлено до 8 коммуникационных модулей для подключения к сетям PROFINET, Industrial Ethernet и PROFIBUS.

Все центральные процессоры оснащены встроенным Web сервером, который позволяет использовать стандартный Web браузер для доступа к стандартным и создаваемым пользователем Web страницам.

Центральные процессоры S7−1500 оснащены рабочей памятью достаточно большого объема, физически разделенной на области памяти программы и памяти данных. В качестве загрузочной памяти используются карты памяти SIMATIC Memory Card емкостью от 4 Мбайт до 32 Гбайт. Дополнительно карта памяти находит применение для необслуживаемого сохранения данных при перебоях в питании контроллера без использования буферных батарей, а также для сохранения всего проекта STEP 7, включая символьные имена. За счет считывания этой информации сервисные работы могут выполняться без наличия на программаторе исходного проекта.[3]

SIMATIC Memory Card – это предварительно отформатированная (FAT32) SD карта, совместимая с файловой системой Windows. Операции записи и считывания информации с карты могут выполняться с использованием стандартного считывателя SD карт. Форматировать SIMATIC Memory Card инструментальными средствами Windows запрещено.

Высокая производительность центральных процессоров дополняется скоростной внутренней шиной контроллера. Скорость обмена данными через эту шину равна 400 Мбит/с, что позволяет получать минимальные времена циклов выполнения программы, а также минимальные времена реакции на внешние события. Время реакции терминал−терминал в программируемом контроллере S7−1500 не превышает 100 мкс.

Все центральные процессоры S7−1500 комплектуются съемными дисплеями, существенно повышающими эксплуатационные характеристики контроллера. Они позволяют:

− выполнять установку/ изменение параметров настройки (IP адресов, имени станции, даты и времени и т.д.) без использования программатора;

− отображать диагностическую информацию и аварийные сообщения;

− отображать состояния модулей в системе локального и распределенного ввода−вывода;

− отображать идентификационные данные: заказные и серийные номера, а также версии встроенного программного обеспечения модулей системы локального и распределенного ввода−вывода и т.д.

Для отображения информации на дисплее может выбираться два языка из списка поддерживаемых языков. В CPU и дисплеях с встроенным программным обеспечением от V1.5 сообщения на дисплей могут выводиться на русском языке. Установку и удаление дисплея допускается выполнять во время работы контроллера. Доступ к выполнению необходимых операций защищается паролем.

Все центральные процессоры S7−1500 обеспечивают встроенную поддержку технологических функций управления перемещением и ПИД регулирования.

Встроенные функции управления перемещением позволяют получать гибкие возможности подключения приводов через каналы ввода−вывода, а также интерфейсы PROFINET и/или PROFIBUS с поддержкой профиля

PROFIdrive. Программирование задач управления перемещением выполняется с использованием PLCopen совместимых блоков.

Встроенная поддержка функций ПИД регулирования позволяет использовать S7−1500 для решения широкого круга задач автоматического регулирования, применять регуляторы с аналоговыми или импульсными выходными сигналами, шаговые регуляторы, а также выполнять операции автоматической оптимизации их работы.

Для комфортного выполнения пуско−наладочных работ могут быть использованы функции трассировки, позволяющие регистрировать и отображать изменение до 16 переменных во времени.

Для программирования, конфигурирования, диагностики и обслуживания программируемых контроллеров S7−1500 используются инструментальные средства пакета STEP 7 Professional от V12 (TIA Portal). С появлением нового контроллера расширены и функциональные возможности этого пакета.

Пакет STEP 7 Professional позволяет выполнять комплексное символьное программирование и оснащен оптимизированным компилятором языков LAD/ FBD/ STL, позволяющим получать минимальные времена циклов выполнения программы. Все языки программирования имеют одинаковый набор команд. Введена поддержка 64−разрядных типов данных во всех языках IEC 61131−3.

В программах S7−1500 могут использоваться блоки данных объемом до 16 Мбайт. Размер организационных блоков, функций и функциональных блоков увеличен до 512 Мбайт. Однако размер блока данных не должен превышать объем рабочей памяти данных, а размер организационного блока, функционального блока и функции ограничивается объемом рабочей памяти программы.[5]

Обеспечивается консистентная загрузка всех изменений в проекте, а также быстрое и безошибочное определение состава аппаратуры контроллера путем считывания параметров конфигурации в систему проектирования.

Встроенные в STEP 7 Professional средства миграции проектов позволяют использовать контроллер S7−1500 для выполнения существующих программ контроллеров S7−300.

С помощью функций копирования и вставки отдельные части программ контроллеров S7−1200 могут быть перенесены в программы S7−1500.

Программируемые контроллеры S7−1500 позволяют выполнять регистрацию выбранного набора переменных и выполнять двунаправленный обмен этими данными с другими системами автоматизации или с офисными приложениями. Регистрируемые данные сохраняются в карте памяти в формате .csv файлов. Доступ к этим данным может быть получен через встроенный Web сервер центрального процессора или с помощью считывателя SD карт.

2.2.2 Блок питания

Основываясь на модели контроллера был выбран блок питания и модули анологового ввода и вывода, автоматические выключатели. Наиболее подходящими являются SITOP блоки питания Siemens (рис. 2.7).

Рисунок 2.7 – Блоки питания

Блоки питания Siemens SITOP Power и LOGO!Power это широкий спектр блоков питания для работы в промышленных условиях. Все источники питания Siemens SITOP при эксплуатации дют такие преимущества:

– высокий КПД;

– надежная защита от коротких замыканий и перегрузки в цепи нагрузки;

– высокая точность стабилизации выходного напряжения при колебаниях;

– входного напряжения;

– низкий уровень пульсаций выходного напряжения;

– гальваническое разделение входных и выходных цепей;

– возможность работы с естественным охлаждением.

Все блоки питания имеют сертификат соответствия ГОСТ Р.

2.2.3 Автоматический выключатель

Автоматический выключатель (его еще иногда называют "автомат защиты") предназначен для отключения, оборудованной им, электрической цепи при коротком замыкании или превышении тока более определенной величины.

Работа автоматического выключателя может быть основана на тепловом или электромагнитном принципах. Стоит отметить, что большинство современных выключателей одновременно используют оба эти принципа.

Были выбраны автоматические выключатели Siemens 5SL41: 400V 10KA, 1−полюсной (рис. 2.8).

Рисунок 2.8 – Автоматический выключатель Siemens

Siemens предлагает полный спектр 1−полюсных модульных автоматических выключателей от 0.3 до 125 А с характеристиками A, B, C и D для защиты электрических цепей от перегрузки и короткого замыкания.

С характеристиками расцепителей максимальных токов A, B, C и D автоматические выключатели Siemens мощностью 10 KA широко применяются в промышленности, жилых и общественных зданиях. Специальный конструктив присоединительных клемм в устройствах Siemens позволяет обеспечить высокую защиту от прикосновения.

2.2.4 Клеммный модуль

Для подключения всех необходимых кабелей было принято решение использовать многоярусный клеммный модуль − UT 2,5−3L – 3214259 Phoenix Contact (рис. 2.9).

Рисунок 2.9 – Многоярусный клеммный модуль Phoenix Contact

Многоярусный клеммный модуль, тип подключения: Винтовые зажимы, сечение: 0,14 мм² − 4 мм², AWG: 26 − 12, ширина: 5,2 мм, цвет: серый, тип монтажа: NS 35/7,5, NS 35/15

2.3 Состав шкафа упраления двигателями

2.3.1 Функции шкафа упраления двигателями

Для управления двигателями был спроектирован шкаф упраления двигателями. Щит управления двигателем ЩУД предназначен для дистанционного управления электродвигателем с тяжёлым пуском. Обеспечивает защиту электрооборудования от режимов перегрузки и токов короткого замыкания. Благодаря устройству плавного пуска обеспечивается ограничение скорости нарастания и значения пускового тока. Это позволяет снизить вероятность перегрева двигателя, устраняет рывки в механических приводах, что, в конечном итоге, повышает срок службы и электродвигателя и его привода. При этом также происходит снижение активной и реактивной мощности, снижение шума, вибрации, перегрева и т.д. При использовании данного устройства снижается расчетное сечение проводников и номиналов защитной и коммутационной аппаратуры, что в свою очередь приводит к значительной экономии. Щит управления двигателем выполнен в металлическом, навесном исполнении с креплением аппаратов на монтажную панель. Все электрические цепи защищены от токов перегрузки и токов короткого замыкания автоматическими выключателями. Электрический щит комплектуется магнитными пускателями и тепловыми реле. Шкаф управления двигателями имеет вид риунок 2.10.[7]

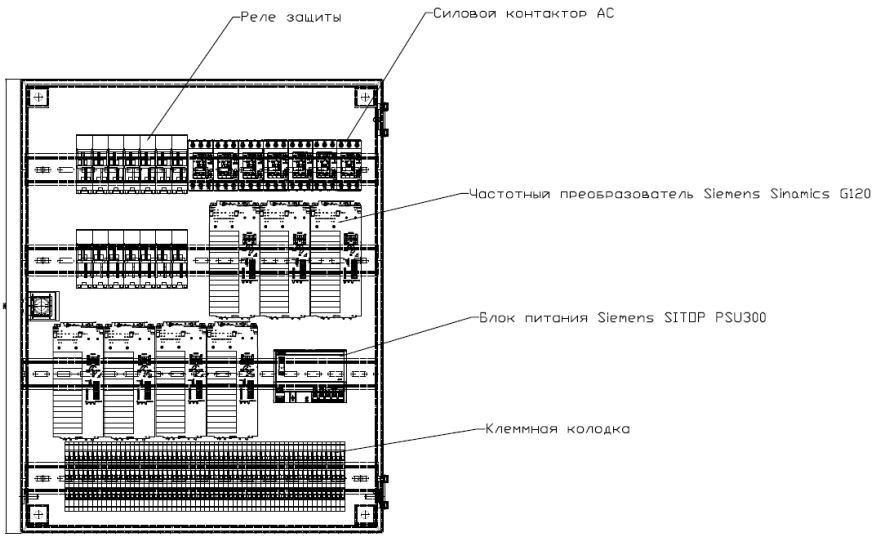

Рисунок 2.10 – Шкаф управления двигателями

2.3.2 Принцип работы частотного преобразователя и критерии его выбора для потребителя

Краткое описание назначения, принципа работы и критериев выбора частотного преобразователя, как устройства управления асинхронным электродвигателем.

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором является сегодня самым массовым и надежным устройством для привода различных машин и механизмов. Но у каждой медали есть и обратная сторона.

Два основных недостатка асинхронного двигателя – это невозможность простой регулировки скорости вращения ротора, очень большой пусковой ток − в пять, семь раз превышающий номинальный. Если использовать только механические устройства регулирования, то указанные недостатки приводят к большим энергетическим потерям и к ударным механическим нагрузкам. Это крайне отрицательно сказывается на сроке службы оборудования.

Частотный преобразователь

В результате исследовательских работ в этом направлении родился новый класс приборов, позволивший решить эти проблемы не механическим, а электронным способом.

Частотный преобразователь с широтно–импульсным управлением (ЧП с ШИМ) снижает пусковые токи в 4−5 раз. Он обеспечивает плавный пуск асинхронного двигателя и осуществляет управление приводом по заданной формуле соотношения напряжение / частота.

Частотный преобразователь дает экономию по потреблению энергии до 50%. Появляется возможность включения обратных связей между смежными приводами, т.е. самонастройки оборудования под поставленную задачу и изменение условий работы всей системы.

Частотный преобразователь с ШИМ представляет собой инвертор с двойным преобразованием напряжения. Сначала сетевое напряжение 220 или 380 В выпрямляется входным диодным мостом, затем сглаживается и фильтруется с помощью конденсаторов.[5]

Это первый этап преобразования. На втором этапе из постоянного напряжения, с помощью микросхем управления и выходных мостовых IGBT ключей, формируется ШИМ последовательность определенной частоты и скважности. На выходе частотного преобразователя выдаются пачки прямоугольных импульсов, но за счет индуктивности обмоток статора асинхронного двигателя, они интегрируются и превращаются наконец в напряжение близкое к синусоиде (рис. 2.11).

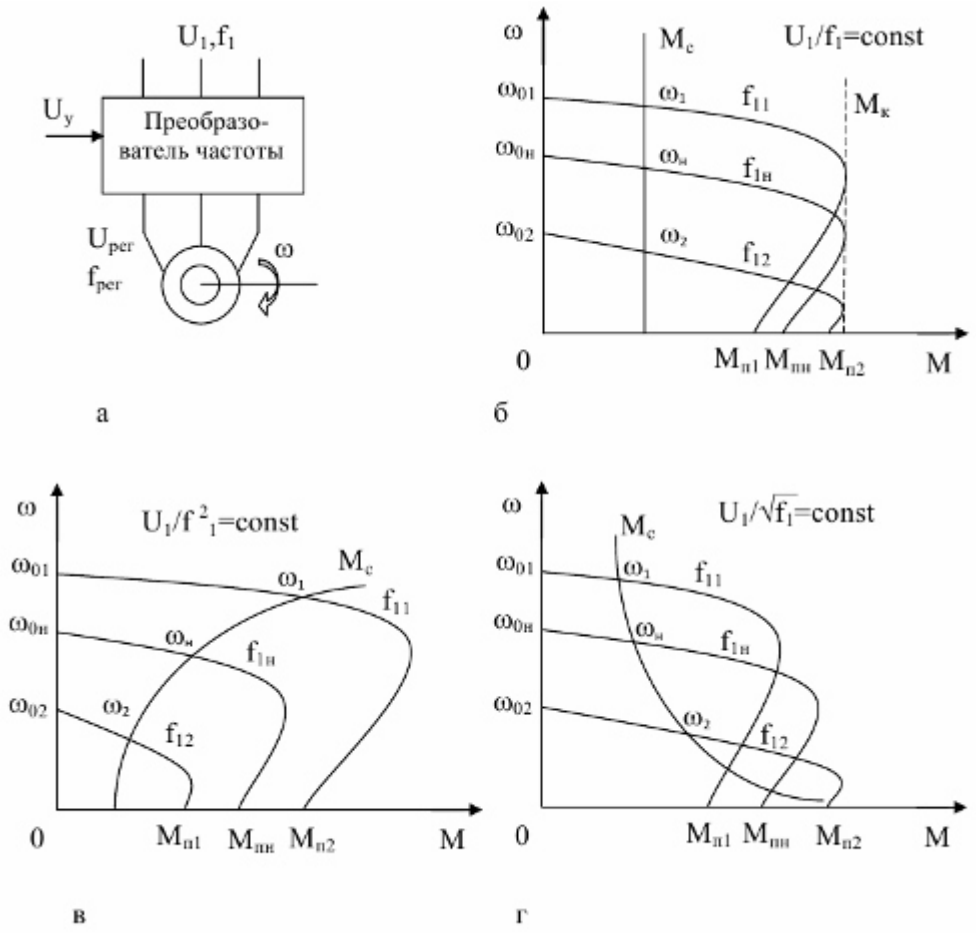

Рисунок 2.11 – График частот работы электродвигателя

Механические характеристики асинхронного электродвигателя при частотном регулировании скорости:

− схема подключения;

− характеристики для нагрузки с постоянным статическим моментом сопротивления;

− характеристики для нагрузки вентиляторного характера;

− характеристики при статическом моменте нагрузки обратно пропорциональном угловой скорости вращения.

Схема управления трехфазным асинхронным двигателем представлена на рисунке 2.12. Пример подключения силовых линий (кабелей) в цепи частотного преобразователя изображен на рисунке 2.13.

Рисунок 2.12 − Типовая схема включения частотного преобразователя

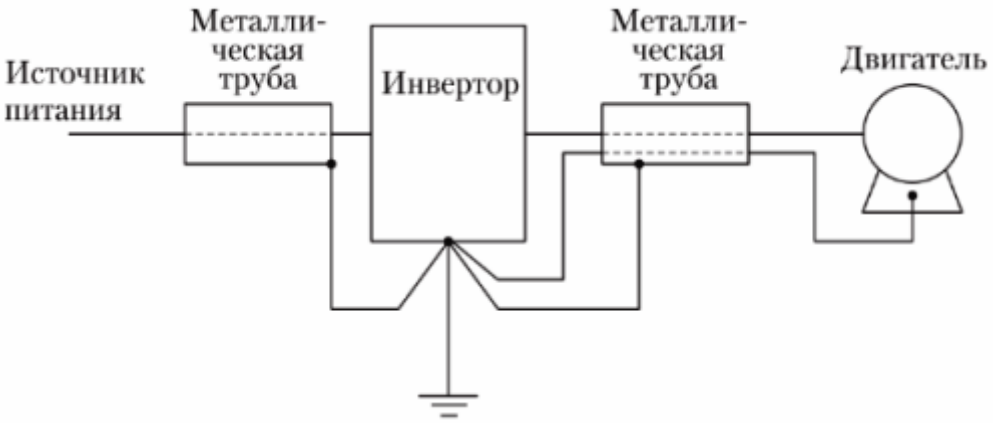

Рисунок 2.13 – Пример подключения силовых линий (кабелей) в цепи частотного преобразователя

2.3.3 Подбор оборудования для шкафа управления двигателями

Основываясь на критерии: способ управления, мощность, диапазон регулировки частоты и количесвту входных сигналов, был выбран Sinamics G120 Частотный преобразователь Сименс (рис. 2.14).

Рисунок 2.14 − Sinamics G120 Частотный преобразователь

Преобразователь частоты Sinamics G120 имеют существенное отличие от стандартных частотных регуляторов для решения базовых промышленных задач. Частотный привод G120 имеет модульную конструкцию и широкие функциональные возможности. Основу частотного регулятора Siemens G120 составляет силовой модуль (Power module) и модуль управления (Control unit). Электродвигатель подключают к силовому модулю, а модуль управления контролирует силовой модуль. К модулю управления (CU250S−2) подключают датчики обратной связи, в частности, энкодеры, а так же всевозможные интерфейсы для передачи данных в систему управления электроприводами (USS, Profinet, Profibus, ModBus, CAN). Инверторы Синамикс G120 выпускают на мощности от 0.37 до 250 кВт.

Регулятор частоты имеет встроенный функции безопасности и возможность рекуперации энергии в питающую сеть. Так же частотный регулятор G120 имеет передовую систему охлаждения. Для работы с приводом G120 компания Сименс разработала программное обеспечение Sizer и Starter. При помощи панелей оператора BOP (basic operator panel) и IOP можно легко выполнить копирование параметров. Так же для копирования параметров можно применять карты памяти MMC.

Фактически преобразователь Siemens G120 подходит для любых применений в любых типах промышленности. Он является отличным выбором для автомобильной, тексильной, химической промышленности, а так же для машиностроения.

Напряжение питания привода 380–690 В, ± 10%, трехфазное. Мощности преобразователей от 0.37 до 250 кВт. Частотные регуляторы G120 имеют векторное управление с энкодером и без энкодера, управление по потокосцеплению (FCC), скалярное управление U/f, квадратичная U/f характеристика, параметрируемая U/f характеристика. Привод имеет 11 цифровых и 4 аналоговых входа, 4 цифровых и 2 аналоговых выхода.

Для коммутации питания на двигатели прменяют контакторы. Модульный контактор – это электрический электромагнитный аппарат, в котором управление осуществляется в дистанционном режиме. По назначению это коммутационный прибор (используется для включения и выключения тока в электрической цепи). Контактор может включать от одного до четырех полюсов других контактов, а также использовать сети переменного и постоянного тока (зависит от вида: электромагнитный,

электропневматический, пневматический, запираемый). Чаще всего применяют данный аппарат для управления мощными электродвигателями. Т.к. он относится к электромагнитным устройствам, то сила для смыкания и размыкания контактов создаётся электромагнитом. Основываясь на нужных нам характеристиках, был выбран Контактор Siemens 3RT20 (рис. 2.15).[20]

Рисунок 2.15 − Контактор Siemens 3RT20

Контакторы нового поколения Siemens Sirius Innovations обладают преимуществами в сравнении с серией контакторов Sirius. Компактные устройства имеют ширину всего 45 мм. Теперь корпус меньшего размера имеет возможность коммутировать электродвигатели большей мощности, в частности в типоразмере S00 способность работать с двигателями до 100 кВт, а в типоразмере S0 с двигателями до 200 кВт.

Для быстрого и простого монтажа фидеров нагрузки предусмотрены соединительные модули. Для заказа доступны контакторы с традиционными винтовыми клеммами, с пружинными клеммами, а так же контакторы с клеммами для подключения кольцевых кабельных наконечников.

Широкий спектр дополнительных принадлежностей так же доступен для контакторов Siemens 3RT20, в том числе фронтальные блок−контакты 4НО, 4НЗ, 1НО, 1НЗ, 1НО+1НЗ, 2НО. Так же для повышения работоспособности системы и увеличения ее надежности, для контакторов Sirius Innovations вы можете заказать ограничители перенапряжения со светодиодом и без светодиода.

Области применения контакторов Siemens Sirius 3RT20:

− для коммутации двигателей до 200 кВт/ 600 В;

− 3−х полюсные контакторы для коммутации двигателей;

− 4−х полюсные контакторы для коммутации активных нагрузок 3RT23 (4НО) и 3RT25 (2НО+2НЗ);

− контакторы для коммутации цепей конденсаторов;

− контакторы с интерфейсными модулями.

Достоинства контакторов Siemens Sirius 3RT20:

− бесшумная работа

− продолжительные межремонтные интервалы, экономия затрат на запасные части и аппараты;

− только 3 типоразмера для мощностей от 45 до 200 кВт;

− простота возможного расширения, одинаковые габариты даже при более высокой мощности;

− до 60С монтаж "вплотную" без ухудшения параметров;

− вспомогательные выключатели и монтажные элементы на разъемах;

− схемное обрамление без проводного монтажа;

− возможность использования при более высоких температурах, гибкость применения;

− упрощенный монтаж, отсутствие затрат на проводной монтаж, экономия времени;

− простота эксплуатации;

− монтаж и демонтаж контакторов без инструмента;

− время монтажа сокращено до минимума.

Все оборудование мы помещаем в шкафы. Шкафы были выбраны с учетом габаритов необходимого оборудования. Наииболее подходящим оказался − сигнальный шкафчик BG № BG 1611.510 Rittal (рис.2.16). Компания Rittal заложила основы техники корпусного монтажа для использования в производствах будущего. А также для суровых условий окружающей среды. Актуальный пример: компактная, надежная техника для промышленной сети Ethernet для возможности простого управления производственным процессом. Модульные распределительные шкафы обладают преимуществом благодаря простоте монтажа и согласованию управления. В точке соприкосновения человека и машины при помощи командной панели и промышленных рабочих станций реализуются любые требования к эргономии.[13]

Рисунок 2.16 − Сигнальный шкафчик BG № BG 1611.510 Rittal

Настенный корпус из листовой стали с дверью, с обзорным окном из поликарбоната. Степень защиты IP 65. На выбор с монтажной панелью или

несущими шинами. В зависимости от исполнения с готовыми отверстиями под кабельные вводы. Возможно крепление сигнальных модулей практически всех производителей.

Компания Rittal является крупнейшим международным поставщиком сигнальных шкафов, серверных шкафов, настенных шкафов и т.д.

Для контроля процесса и соединения наших датчиков был выбран кабель:
OLFLEX CLASSIC 110 CY кабель управления, с цифровой маркировкой жил, в оболочке из ПВХ пластиката, Lappkabel, Lapp Group (рис. 2.17).

Рисунок 2.17 − Кабель управления OLFLEX CLASSIC 110 CY

Маркировка жил − чёрные жилы с белой цифровой маркировкой по VDE 0293. .Удельное сопротивление изоляции − > 20 ГОм х см. Конструкция жилы − гибкие жилы по VDE 0295, класс гибкости 5 по IEC 60228 класс 5. Минимальный радиус изгиба − ограниченная подвижность: 20 x D, неподвижная прокладка: 6 x D. Номинальное напряжение − Uo/U: 300/500 В. Испытательное напряжение − 4000 В. Жила заземления − G = с жилой заземления жёлто−зелёного цвета, X = без жилы заземления. Температурный диапазон − ограниченная подвижность: от −5оС до +70оС, неподвижная прокладка: от −40оС до +80оС. Соответствует стандартам − VDE 7030 для кабелей с числом жил до 65 включительно. Не поддерживают горение по IEC 60332−1−2. Хорошая химическая стойкость. Экран в виде оплётки с высокой плотностью, незначительное сопротивление связи (макс. 250 Ом/км при 30 МГц).

3 Рабочая документация

3.1 Расстановка оборудования

Для удобства обозначим позиционные номера датчикам, клапанам, соединительным коробкам, элетрощитовой. Площадку флотации примем под номером 3420. Согласно между народным нормам датчики имеют в своем названии номер площадки, название прибора и его позиционный номер. Согласно стандартам ISA таговый номер присваивается согласно площадке, измеряемой величины и порядковому номеру (рис. 3.1). Например, номер площадки 3420, измеряется уровень через передатчик (LIT – Level Indicating Transmitter), порядковый номер выбираем впроизволной форме, значит таговый номер будет иметь вид 3420−LIT−1002. Согласно инструкции присваиваем аналогичные номера всем датчикам, клапанам и т.д.[7]

		Controllers				Readout Devices		Switches and Alarm Devices*			Transmitters								
First-Letters	Initiating or Measured Vaiable	Recording	Indicating	Blind	Self-Actuated Control Valves	Recording	Indicating	High**	Low	Comb	Recording	Indicating	Blind	Solenoids, Relays, Computing Devices	Primary Element	Test Point	Well or Probe	Viewing Device, Glass	Safety Device	Final Element
A	Analysis	ARC	AIC	AC		AR	AI	ASH	ASL	ASHL	ART	AIT	AT	AY	AE	AP	AW			AV
B	Burner/Combustion	BRC	BIC	BC		BR	BI	BSH	BSL	BSHL	BRT	BIT	BT	BY	BE		BW	BG		BZ
C	User's Choice																			
D	User's Choice																			
E	Voltage	ERC	EIC	EC		ER	EI	ESH	ESL	ESHL	ERT	EIT	ET	EY	EE					EZ
F	Flow Rate	FRC	FIC	FC	FCV, FICV	FR	FI	FSH	FSL	FSHL	FRT	FIT	FT	FY	FE	FP		FG		FV
FQ	Flow Quantity	FQRC	FQIC			FQR	FQI	FQSH	FQSL			FQIT	FQT	FQY	FQE					FQV
FF	Flow Ratio	FFRC	FFIC	FFC		FFR	FFI	FFSH	FFSL						FE					FFV
G	User's Choice																			
H	Hand		HIC	HC						HS										HV
I	Current	IRC	IIC			IR	II	ISH	ISL	ISHL	IRT	IIT	IT	IY	IE					IZ
J	Power	JRC	JIC			JR	JI	JSH	JSL	JSHL	JRT	JIT	JT	JY	JE					JV
K	Time	KRC	KIC	KC	KCV	KR	KI	KSH	KSL	KSHL	KRT	KIT	KT	KY	KE					KV
L	Level	LRC	LIC	LC	LCV	LR	LI	LSH	LSL	LSHL	LRT	LIT	LT	LY	LE		LW	LG		LV
M	User's Choice																			
N	User's Choice																			
O	User's Choice																			
P	Pressure/ Vacuum	PRC	PIC	PC	PCV	PR	PI	PSH	PSL	PSHL	PRT	PIT	PT	PY	PE	PP			PSV, PSE	PV
PD	Pressure, Differential	PDRC	PDIC	PDC	PDCV	PDR	PDI	PDSH	PDSL		PDRT	PDIT	PDT	PDY	PE	PP				PDV
Q	Quantity	QRC	QIC			QR	QI	QSH	QSL	QSHL	QRT	QIT	QT	QY	QE					QZ
R	Radiation	RRC	RIC	RC		RR	RI	RSH	RSL	RSHL	RRT	RIT	RT	RY	RE		RW			RZ
S	Speed/Frequency	SRC	SIC	SC	SCV	SR	SI	SSH	SSL	SSHL	SRT	SIT	ST	SY	SE					SV
T	Temperature	TRC	TIC	TC	TCV	TR	TI	TSH	TSL	TSHL	TRT	TIT	TT	TY	TE	TP	TW		TSE	TV
TD	Temperature, Differential	TDRC	TDIC	TDC	TDCV	TDR	TDI	TDSH	TDSL		TDRT	TDIT	TDT	TDY	TE	TP	TW			TDV
U	Multivariable					UR	UI							UY						UV
V	Vibration/Machinery Analysis					VR	VI	VSH	VSL	VSHL	VRT	VIT	VT	VY	VE					VZ
W	Weight/Force	WRC	WIC	WC	WCV	WR	WI	WSH	WSL	WSHL	WRT	WIT	WT	WY	WE					WZ
WD	Weight/Force, Differential	WDRC	WDIC	WDC	WDCV	WDR	WDI	WDSH	WDSL		WDRT	WDIT	WDT	WDY	WE					WDZ
X	Unclassified																			
Y	Event/State/Presence		YIC	YC		YR	YI	YSH	YSL				YT	YY	YE					YZ
Z	Position/Dimension	ZRC	ZIC	ZC	ZCV	ZR	ZI	ZSH	ZSL	ZSHL	ZRT	ZIT	ZT	ZY	ZE					ZV
ZD	Gauging/Deviation	ZDRC	ZDIC	ZDC	ZDCV	ZDR	ZDI	ZDSH	ZDSL		ZDRT	ZDIT	ZDT	ZDY	ZDE					ZDV

Note: This table is not all-inclusive. **Other Possible Combinations:**

Рисунок 3.1 – Стандарт ISA

Шкаф упраления процессом и шкаф управления двигателями будет находиться в электрощитовой (3420−CP−322A). Общий вид помещения представлен на рисунке 3.2.

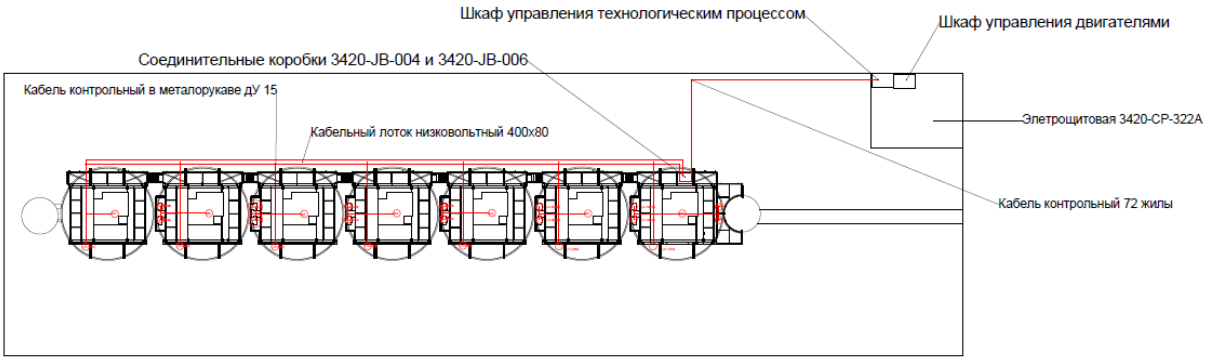

Рисунок 3.2 – Общий вид помещения

Расположение датчиков и клапанов на флотационной машине представлен на рисунке 3.3.

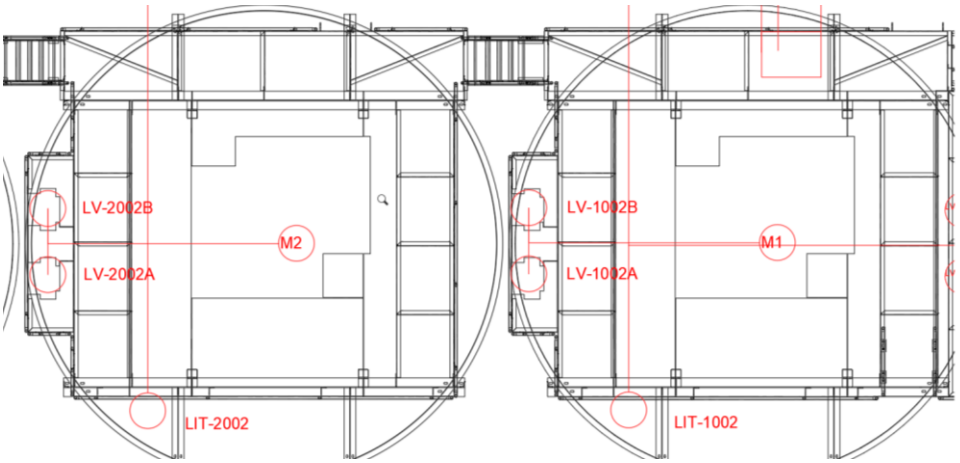

Рисунок 3.3 – Расположение датчиков и клапанов

Данное расположение идентично для всех остальных камер.

Изображение флотационных камер и процесса на реальном производстве на рисунке 3.4 и 3.5.

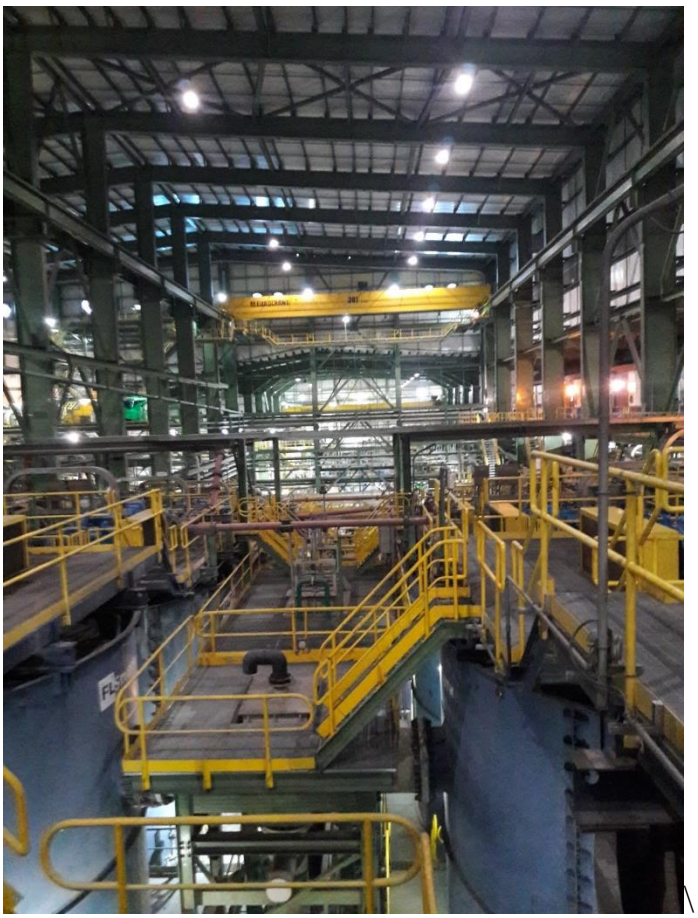

Рисунок 3.4 – Процесс флотации на реальном предприятии

Рисунок 3.5 – Процесс флотации на реальном предприятии

3.2 Кабельный журнал

Для любого проекта имеет высокий приоритет проектная документация. В состав проектной документации входит следующие документы: общий вид, список сигналов, список приборов, схемы подключений, структурные схемы, спецификации, кабельный журнал и т.д. Далее предсталены все чертежи необходимые для внедрения системы автоматического управления процессом.

Кабель (вероятно, через нем. Kabel или нидерл. kabel из фр. câble, от лат. capulum «аркан») — конструкция из одного или нескольких изолированных друг от друга проводников (жил), или оптических волокон, заключённых в оболочку. Кроме жил и изоляции кабель может содержать экран, сердечник, заполнитель, стальную или проволочную броню, металлическую оболочку, внешнюю оболочку. Каждый конструктивный элемент нужен для работоспособности кабеля в определённых условиях среды.

В отличие от кабеля, провода не могут быть предназначены для прокладки под водой и в земле. Первый кабель для прокладке в море (1850 г.) не имел оболочки, изоляция жил была устойчива к влаге и для защиты использовалась броня.

Существуют также кабели, совмещающие в себе функции передачи и излучения радиосигналов (излучающий кабель), либо преобразования электрической энергии в тепло на большой протяжённости (греющий кабель).

По своим основным функциям кабели делят на две основные группы — силовые и контрольные. Силовые используются для того, чтобы передавать и правильно распределять электрическую энергию, направляя ее к разного рода токоприемникам и распределительным устройствам. Контрольные необходимы для соединения электрических приборов, аппаратов и сборок зажимов (например, в сетях управления, автоматизации и сигнализации) с источником тока.

По разновидности изоляции и оболочки кабели можно разделить на несколько основных групп:

– с пропитанной бумажной изоляцией, помещенные в металлическую оболочку;

– с бумажной изоляцией, которую пропитывают нестекающим составом, и также размещают в металлической оболочке;

– с изоляционным слоем, изготовленным из пластмассы, который затем устанавливают в пластмассовую или металлическую оболочку;

– резиновый изоляционный слой с последующим помещением кабеля в пластмассовую, резиновую или металлическую оболочку.

В каждой из приведенных групп кабели делят по номинальному напряжению, количеству жил, по материалу, из которого они изготовлены, а также по типу защитного слоя.

Кабельный журнал – это таблица, в которой указывают всю необходимую информацию о кабелях: марка, длина, способ прокладки, откуда и куда проложен кабель. Кабельный журнал необходим для контроля расхода

кабеля. Клиент по документам оплачивает фактический расход уложенного кабеля.[14]

Кабельный журнал содержит информацию: по номеру кабеля, количество и диаметр его сечений, его защитная оболочка, откуда и куда идет кабель, в какой защите проходит кабель. В итоге был составлен кабельный журнал, в котором отражены необходимы нам параметры, информация о кабеле, его длина, сечение, тип. Кабельный журнал представлен в таблице А.3 (Приложение А).

3.3 Схемы трубопровода и КИП

Схемы трубопровода и КИП являются очень важной составляющей проектной документации, так как именно на них можно проследить связь между трубопроводами, процессом в целом с приборами и клапанами. На данных схемах представлены так же взаимосвязи между приборами и исполняющими механизмами. Связи эти представлены в виде линий различного типа, а приборы нумеруются согласно стандарту ISA.

Термин P&ID (piping and instrumentation diagram) переводится как «технологическая схема трубопроводов и КИПиА».

Схемы P&ID служат в качестве основного источника информации о конструкции инженерных систем и технологического оборудования. Они используются, чтобы изобразить схему технологического процесса, конфигурацию оборудования, параметры процесса, контрольно–измерительную аппаратуру и материалы конструкций. Они также используются для расчёта полных материальных и энергетических расходов, а также увязки давлений в сетях. Чтобы получить максимальную пользу от этих схем, учитывается следующее:

– программное обеспечение системы автоматизированного проектирования (САПР) совместимо с системой управления чертежами данного предприятия;

– используются возможности системы САПР для выделения компонентов системы и генерирования перечня компонентов. Перечни компонентов позволят облегчить процесс квалификации и ввода в эксплуатацию и в будущем присвоение идентификационных номеров;

– указываются входные / выходные вспомогательные услуги и технологические потоки; указывается ссылка на соответствующий чертеж и / или номер листа;

– определяются границы системы по отношению к службам поддержки и входным / выходным технологическим потокам;

– определяются границы установки для блочного (модульного) оборудования;

– указываются все компоненты с соответствующими идентификационными номерами, с помощью номенклатуры, согласующейся с существующей практикой предприятия, это устраняет необходимость в повторной нумерации или списках перекрестных ссылок;

– указывается номер линии, назначение, размер линии и направление потока для всех трубопроводов;

– указывается тип материала и тип изоляции / толщину (если применимо) для всех трубопроводов;

– указываются назначения, размер, производительность, тип материала и тип изоляции / толщину (если применимо) для всего оборудования (например, резервуары, насосы, теплообменники);

– указывается размер, тип и вид материала всех клапанов;

– уредоставляется информация о балансе материалов и энергии для каждого номера линии.

Передовая инженерная практика предусматривает, что эти документы будут постоянно обновляться на протяжении разработки всего проекта и жизни объекта или системы. Пример схемы трубопровода и КИПиА предаставлена на рисунке 3.6.

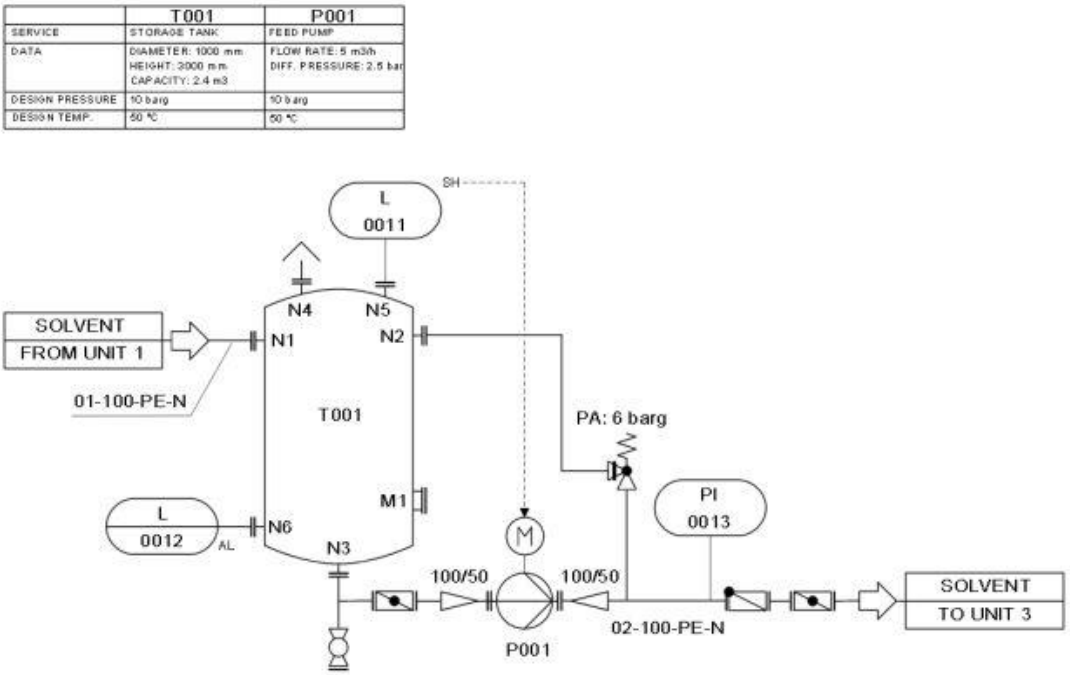

Рисунок 3.6 – Пример схемы P&ID

В результате нашей работы были составлены схемы трубоповода и КИП, рисунок А.1, А.2, А.3 (Приложение А).

Пневматические клапаны GSR наиболее популярны в нефтегазовом и энергетическом комплексах, благодаря специальным техническим решениям, оптимизированным для России, за счет предлагаемых опций. Базовую модель клапана с пневматическим приводом можно оснастить ручным дублером, концевым выключателем (индикатором положения), различными вариантами уплотнений, замедлителем хода и множеством других опций. Германское производство позволяет обеспечивать надежность и долговечность производимых изделий.[18]

Деталировоный чертеж пневматического клапана представлен на рисунке 3.7.

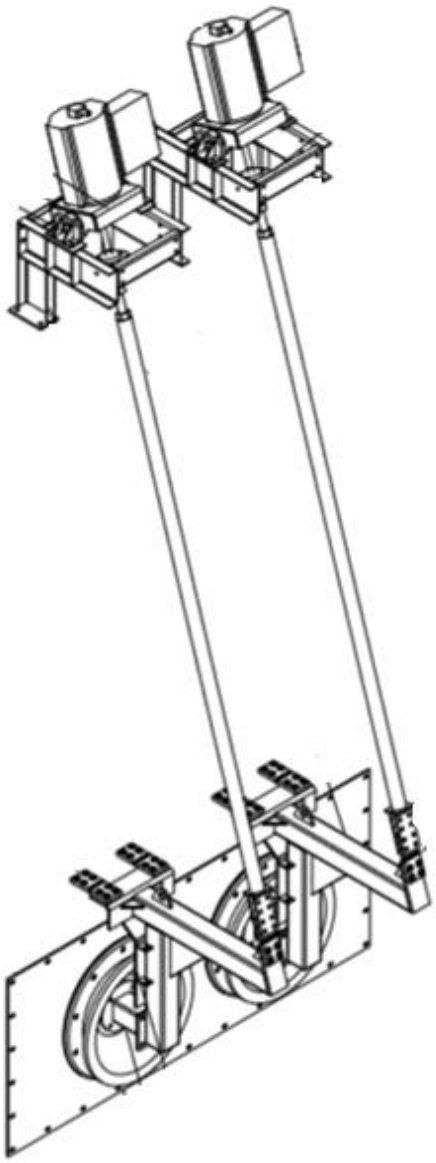

Рисунок 3.7 – Деталировочный чертеж клапана

3.4 Петельные схемы сигналов

Петельные схемы позволяют более подробно рассмотреть тот или иной прибор, в отличие от схем трубопровода и КИП. Петельны схемы являются самой подробной составляющей документации по разделу автоматизации. Петельные схемы могут быть построены по запросам заказчика, но минимальный набор информации всегда должен присутствовать. Однако чем больше деталей будет на данной схеме, тем легче будет при поддержании системы в рабоч состоянии и при пуско–наладочных работах. На петельных схемах можно наути такую информацию, как: таговый номер прибора, клемы

его подключения, как на самом приборе, в соединительной коробке, в шкафу, номер кабеля его подключения, и ввод в контроллер. Далее представлена типичная петельная схема, рисунок 3.8.

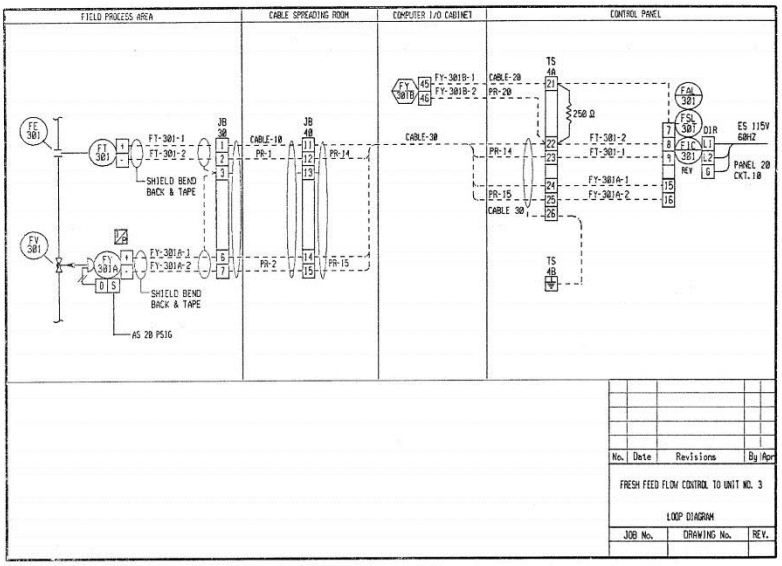

Рисунок 3.8 – Пример петельной схемы

Петельные схемы проекта представлены на рисунке А.7, А.6, А.7, А.8 (Приложение А). Петельные схемы позволяют отследить каждый сигнал от датчика до его ввода в микроконтроллер.

3.5 Схемы подключений

Схема соединений внутри распределительной коробки и шкафа управления представлены на рисунке 3.9 и рисунке 3.10.

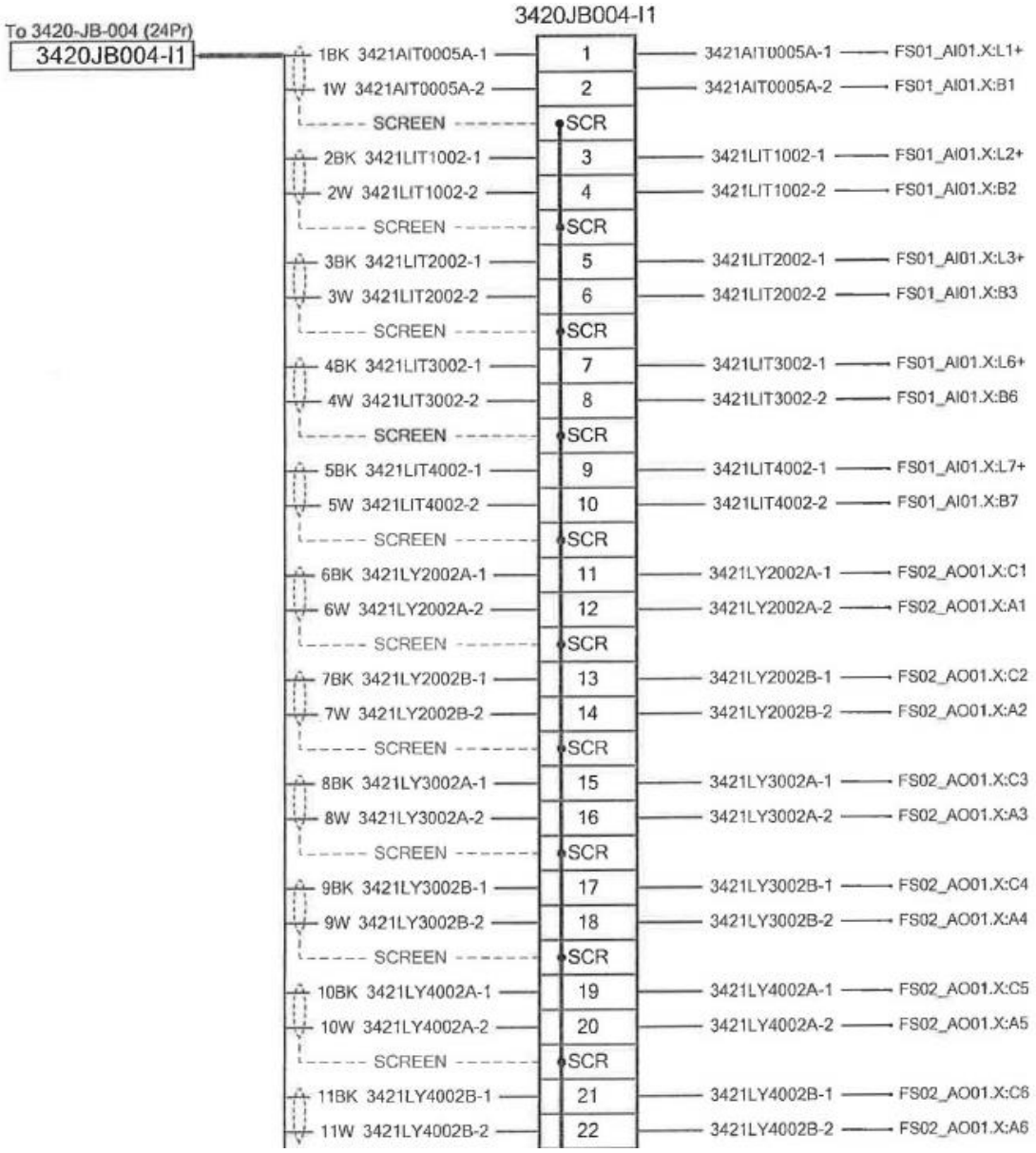

Рисунок 3.9 – Схемы подключений внутри шкафа управления

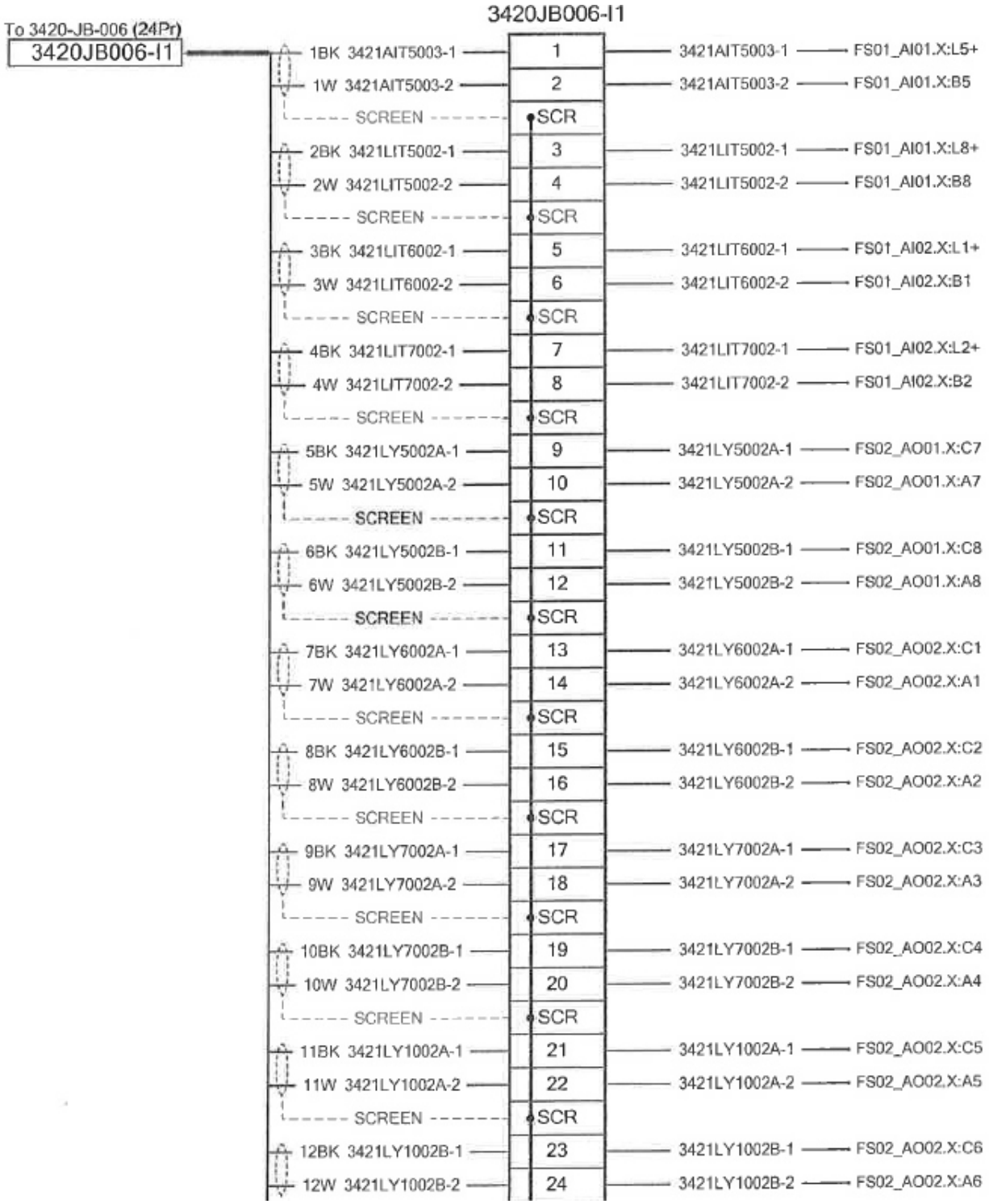

Рисунок 3.10 – Схемы подключений внутри шкафа управления

3.6 Общий вид оборудования

Общий чертеж флотационных машин представлен на рисунках 3.11, 3.12, 3.13.

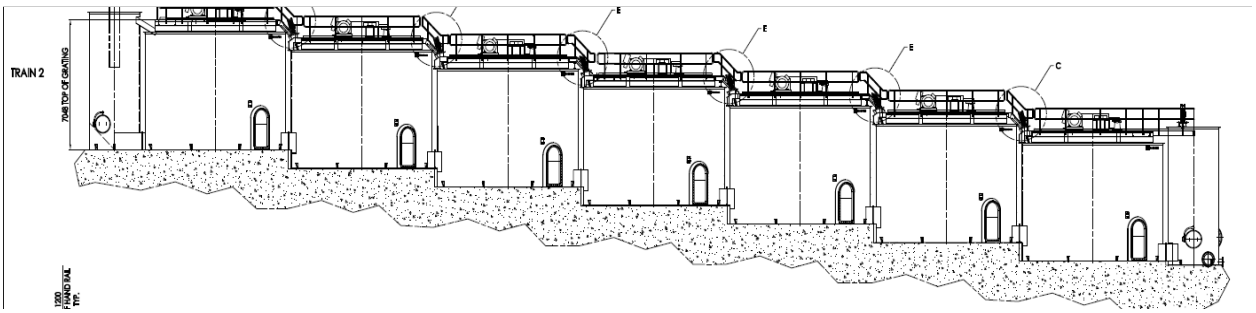

Рисунок 3.11 – Общий вид флотационных машин

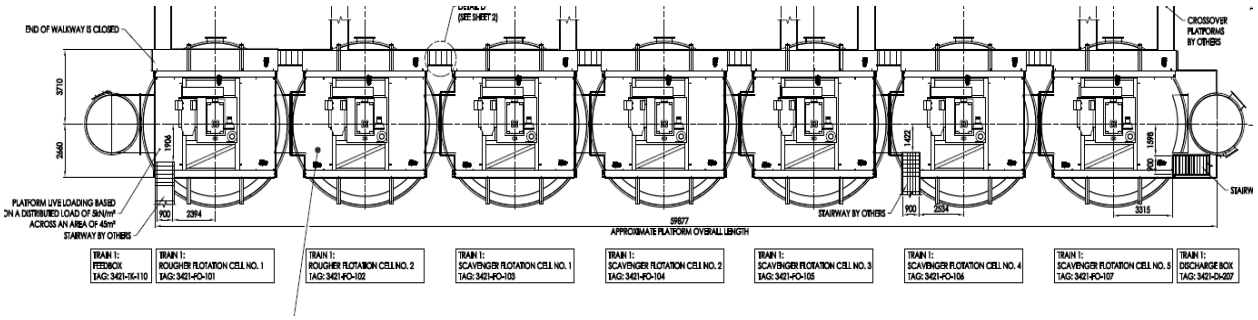

Рисунок 3.12 – Общий вид флотационных машин

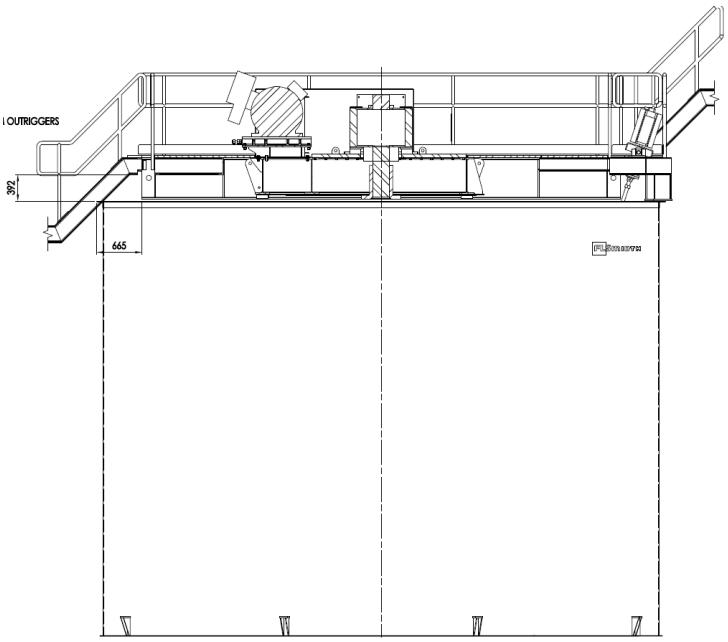

Рисунок 3.13 – Общий вид флотационных машин

3.7 Список сигналов и прборов

Датчики – средства измерений, содержащие не только первичные преобразователи, но и элементы измерительных схем, в которые включены эти преобразователи (усилители, функциональные преобразователи,

устройства сопряжения с последующими средствами измерения и автоматизации).

В настоящее время датчики реализуются на основе различных физических явлений и различных технологий. Это дает возможность делать их как многофункциональными, т. е. обеспечивающими посредством одного датчика преобразование многих физических величин, так и "интеллектуальными", позволяющими выявлять при преобразовании определенной величины воздействия других величин, которые искажают результат преобразования.[17]

Значения этих величин, преобразованных в электрические, могут использоваться для коррекции результата измерения измеряемой величины. Например, при измерении давления существенное влияние оказывает изменение температуры среды, в которой это давление измеряется. Поэтому при наличии датчика давления, обеспечивающего при определенных условиях преобразование также и температуры, причем результат измерения последней используется для коррекции результата измерения давления, имеет место не только многофункциональность, но и совершенно новые свойства датчика, в частности свойство самокорректировки, т. е. его "интеллектуализацию".

В последнее время при создании датчиков различных величин наметились сочетания различных физических принципов действия и новых направлений технологии, например микромеханики и микроэлектроники.

Средство измерений, реализующие измерительное преобразование, сравнение с мерой, воспроизведение величины заданного размера в комплексе, называется измерительным прибором. Измерительный прибор — СИ, предназначенное для получения значений измеряемой величины в установленном диапазоне. Как правило, измерительный прибор имеет устройства для преобразования измеряемой величины в сигнал измерительной информации и устройство для его индикации в форме, наиболее доступной для восприятия. Во многих случаях устройство для индикации имеет шкалу со стрелкой, диаграмму, цифровое табло или дисплей, благодаря которым может быть произведен отсчет или регистрация результата измерений. В компьютеризированных СИ регистрация результата измерений может проводиться автоматически на носитель того или иного вида. Различают следующие виды измерительных приборов: аналоговые (выходной сигнал является непрерывной функцией измеряемой величины) и цифровые (выходной сигнал представлен в цифровом виде), показывающие (допускают только отсчитывание показаний) и регистрирующие (предусмотрена регистрация результатов измерений), суммирующие (показания функционально связаны с суммой двух или нескольких величин) и интегрирующие (значение измеряемой величины определяется путем ее интегрирования по другой величине). Например, микрометр и цифровой вольтметр относятся к показывающим измерительным приборам, барограф — к регистрирующим. Различают также измерительные

приборы прямого действия и сравнения. В измерительном приборе прямого действия результат измерений снимается непосредственно с его устройства индикации. Примерами таких приборов являются амперметр, манометр, ртутно–стеклянный термометр. Измерительные приборы прямого действия предназначены для измерений методом непосредственной оценки. В отличие от них, измерения методом сравнения с мерой проводится с помощью измерительных приборов сравнения, называемых также компараторами.[11]

Список сигналов и список приборов представлены в таблице А.1, А.2 (Приложение А).

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Рекомендации от поставщика

Как и в случае с любым другим механическим оборудованием, при использовании оборудования, поставляемого компанией FLSmidth, возникают вопросы техники безопасности, связанные с его монтажом, эксплуатацией и техническим обслуживанием. Чрезвычайно важно, чтобы операторы, специалисты по техническому обслуживанию и ремонту и лица надзора прошли инструктаж по безопасному ведению работ. Весь персонал должен соблюдать требования всех предупреждающих знаков, имеющихся на оборудовании, содержащихся в настоящем руководстве, и быть осведомленным о потенциальных опасностях и о том, как их избежать.

На участок, где размещается оборудование компании FLSmidth или вспомогательное оборудование, поставленное компанией FLSmidth, допускается только персонал, прошедший подготовку по технике безопасности при работе с этим оборудованием. Никто из обладающих или не обладающих правом доступа работников не должен полностью полагаться на защитные устройства при предотвращении несчастных случаев. Функции обеспечения безопасности и защитные устройства являются лишь дополнением к надлежащему, осторожному и безопасному ведению работ каждым работником.

Знаки «предупреждения» и «предостережения» повсеместно включены в настоящее руководство для обеспечения безопасности людей. С ними необходимо внимательно ознакомиться, перед тем как приступить к монтажу, техническому обслуживанию или эксплуатации этого оборудования. Кроме того, следует ознакомиться с соответствующими требованиями техники безопасности закона об охране труда для получения дополнительной информации, касающейся персонала, работающего с этим оборудованием или рядом с ним.

Знания и опыт работы с этим оборудованием имеют большое значение для обеспечения его безопасной эксплуатации и технического обслуживания.

В случае возникновения вопросов, связанных с обеспечением безопасности, следует немедленно обратиться в соответствующее региональное представительство компании FLSmidth.

Нарушение или невыполнение правил техники безопасности, изложенных в настоящем руководстве, может привести к серьезным травмам или смерти работников. Необходимо соблюдать порядок обеспечения безопасности, принятый в отрасли, а также требования соответствующих органов государственного надзора.

Газы и твердые мелкие частицы, выделяемые в процессе сварки и резки, могут представлять опасность для здоровья оператора. Некоторые газы и твердые мелкие частицы, образующиеся при работе с цинком, кадмием или окрашенными поверхностями, могут быть токсичными. Во избежание

причинения травм себе и другим лицам необходимо соблюдать крайнюю осторожность при работе вблизи вращающихся и других подвижных деталей. Все работники, находящиеся на участке расположения этого оборудования, должны пользоваться такими средствами защиты, как защитные очки, защитная обувь, каски, средства защиты органов слуха и т. п. При работе вблизи вращающихся или подвижных узлов и деталей оборудования не допускается ношение свободной одежды, ювелирных украшений; длинные волосы должны быть убраны под головной убор.

Запрещается держать посторонние предметы, руки и т. п. рядом с подвижными узлами и деталями (цепями, звездочками, ремнями, шкивами и т. п.). Не допускается эксплуатация этого оборудования при отсутствии или повреждении ограждений. Перед началом эксплуатации оборудования все ограждения и средства защиты должны быть правильно установлены и находиться в рабочем состоянии.

До начала выполнения работ или технического обслуживания оборудования следует отключить питание электрооборудования с помощью ручного выключателя или размыкающего переключателя. Во избежание замыкания размыкающего переключателя его необходимо заблокировать и установить предупреждающую табличку.

Не допускается быстрый переход от одной функции безопасности к другой или пренебрежение любой из них. Дверцы панели управления следует постоянно держать в закрытом положении. Не допускается использование плавких предохранителей, электрических шин или нагревателей большей силы тока. Двигатели привода и вспомогательное оборудование должны иметь заземление, например, на подземный водопровод, каркас здания и т. п.

При обращении с едкими или опасными химическими веществами или при риске воздействия этих химических веществ на операторов всем работникам, находящимся на участке данного оборудования, необходимо использовать соответствующие средства защиты, такие как полнолицевые маски и/или средства защиты глаз, резиновые перчатки, защитная обувь, каски, защитная одежда и респираторы.

Гидравлическое масло вызывает раздражение глаз, кожи и токсично при попадании внутрь организма. При проведении работ по техническому обслуживанию и/или ремонту гидравлических систем необходимо использовать средства защиты глаз, кожи, органов дыхания и т.п.

Во избежание причинения травм себе и другим лицам при подъеме конструктивных компонентов необходимо соблюдать крайнюю осторожность. Работники, находящиеся на участке данного оборудования, должны использовать средства защиты, такие как защитные очки, защитная обувь, каски и т. п.

Все подъемные и такелажные работы должны осуществляться опытным персоналом, полностью освоившим порядок проведения такелажных работ и подъема узлов и деталей больших размеров. Необходимо убедиться в том, что

такелажная оснастка и подъемное оборудование обладают необходимой грузоподъемностью. Необходимо также убедиться, что поднимаемое оборудование или подъемные механизмы не будут задевать воздушные электрические кабели и т. д.

Запрещается находиться рядом с оборудованием при его подъеме. При работе в условиях высокого уровня шума необходимо всегда пользоваться средствами защиты органов слуха. Шум представляет собой обманчивую опасность. Работники могут подвергаться значительному воздействию шума и не осознавать того, что они могут получить хроническую травму. Интенсивность шума, превышающая средний уровень 90 дБ в течение 8 часов, может вызвать потерю слуха. Такая интенсивность шума наблюдается на большинстве промышленных и перерабатывающих предприятий. Шум также способствует повышению уровня утомляемости и стресса работника. Он представляет собой дополнительную опасность, когда работник не может слышать распоряжения и предупреждающие сигналы.

Персонал, осуществляющий эксплуатацию и техническое обслуживание этого оборудования, должен серьезно относиться к выбору и правильному использованию соответствующих средств защиты органов слуха.

Необходимо знать виды средств защиты органов слуха, требуемые на рабочем участке.

− два основных вида средств защиты слуха — беруши и защитные наушники;

− на участках с чрезвычайно высоким уровнем шума рекомендуется использовать оба средства защиты — и беруши, и наушники.

Всегда следует использовать средства защиты органов слуха на участках, где этого специально требует порядок ведения работ в конкретных производственных условиях. Следует выбирать наиболее эффективные средства защиты органов слуха. Всегда необходимо выполнять инструкции изготовителя по очистке и хранению средств защиты органов слуха многоразового использования.

Предупредительные знаки должны быть установлены для предупреждения персонала, попадающего в опасные зоны. Может потребоваться несколько предупредительных знаков, расположенных таким образом, чтобы они были видны в любом направлении, с которого можно подойти к оборудованию.

Если персонал, работающий с этим оборудованием, не может читать и понимать надписи предупредительных знаков на оборудовании и описание порядка выполнения работ, изложенного в настоящем руководстве, на английском языке, должен быть сделан их перевод на понятный персоналу язык. Могут потребоваться знаки с надписями на нескольких языках.

Расположение знаков зависит от особенностей конструкции и размещения оборудования. Например, знаки могут быть расположены над

мостками или закреплены на стенах, примыкающих к оборудованию или на самом оборудовании.

Необходимо проследить, чтобы все знаки были видны оператору во время работы и лицам, приближающимся к участку расположения оборудования.

Предупредительные знаки и предупреждающие надписи установлены на оборудовании в заводских условиях. Эти знаки снимать запрещено. Знаки должны быть чистыми и ничем не закрытыми. При повреждении или порче знаки следует заменить.

Малярные работы на месте эксплуатации должны осуществляться в соответствии с инструкциями изготовителя по нанесению краски. Необходимо использовать принятые в отрасли способы нанесения краски, позволяющие минимизировать избыточное распыление или капание непросохшей краски.

По завершении малярных работ необходимо произвести уборку в соответствии с инструкциями изготовителя, а также требованиями местного и государственного природоохранного законодательства, которая должна осуществляться в соответствии с методиками и практикой, принятыми на предприятии.

Хранение неиспользованной краски должно выполняться в соответствии с инструкциями изготовителя, а также требованиями местного и государственного природоохранного законодательства, и осуществляться в соответствии с методиками и практикой, принятыми на предприятии.

Удаление старой краски с поверхностей компонентов должно выполняться в соответствии с инструкциями изготовителя, а также требованиями местного и государственного природоохранного законодательства, и осуществляться в соответствии с методиками и практикой, принятыми на предприятии.

Утилизация или переработка старой краски в любой форме должны выполняться в соответствии с инструкциями изготовителя, а также требованиями местного и государственного природоохранного законодательства, и осуществляться в соответствии с методиками и практикой, принятыми на предприятии.

Хранение, использование и утилизация очищающих средств должны выполняться в соответствии с инструкциями изготовителя, а также требованиями местного и государственного природоохранного законодательства, и осуществляться в соответствии с методиками и практикой, принятыми на предприятии.

4.2 Анализ условий труда

Условия труда обусловлены технологией производства, его организацией и трудовым процессом, а так же окружающей санитарно−гигиенической обстановкой. В частности, к технологии организации производства относятся механизация технологических процессов, внедрение

полуавтоматических и автоматических способов производства, дистанционного управления оборудованием, технологическими процессами и т.д.

Согласно ГОСТ 12.1.005−88 ССБТ данные, характеризующие категорию работ приведены в таблице 4.1. Работа людей в этом помещении относится ко второй категории (Iб).

Таблица 4.1− Характеристика категорий работ

Категории работ	Энергозатраты организма, ккал/час	Характеристика работы
Физическая (1б)	138− 172	Производится сидя, стоя или связана с ходьбой и сопровождается физическим напряжением

Температура воздуха оказывает существенное влияние на самочувствие и результаты работы человека. Низкая температура вызывает охлаждение организма и может способствовать возникновению простудных заболеваний. При высокой температуре возникает перегрев организма, что ведет к повышенному потовыделению и снижению работоспособности.

Микроклиматические условия в помещении согласно ГОСТ 12.0.003−74 ССБТ можно охарактеризовать как оптимальные (таблица 4.2). Влажность воздуха составляет 70 – 90 %.

Таблица 4.2− Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период работы	Категория работы	Температура,оС	Скорость движениявоздуха м/с, не более
Холодный	1а	22 − 24	0,1
Теплый	1а	23 − 25	0,1

При разработке проекта необходимо обязательно предусмотреть системы, обеспечивающие нормальные микроклиматические условия в воздухе рабочей зоны. Такими универсальными системами являются автономные кондиционеры. Установку системы следует производить только после проведения необходимых расчетов. В результате которых будут определены все необходимые характеристики и требования, предъявляемые к кондиционерам.

В тесной связи с технологией производства находится трудовой процесс, требующий определённого нервно−психологического напряжения отдельных органов систем, положение тела при работе и т.д. К санитарно−гигиеническим условиям труда относятся: воздействие на

организм человека метеорологического фактора (температуры, влажности, скорость движения воздуха); загрязнения воздуха парами, газами, пылью; воздействие шума, вибрации, электромагнитных излучений, ионизирующей радиации и т.д. В данном дипломном проекте на человека воздействуют следующие факторы: возможность поражения электрическим током, микроклимат в помещении, освещение, постоянная работа с персональным компьютером, излучение лазера.

Минимальное количество работников в данном отделе – 1 оператор, который будет работать каждый день по 8 часов.

Работник будет проводить осмотр оборудования перед его запуском и наблюдать за процессом из диспетчерской.

Условия искусственного освещения на промышленных предприятиях, оказывают большое влияние на зрительную работоспособность, физическое и моральное состояние людей, а, следовательно, на производительность труда и производственный травматизм. Освещение в помещении должно быть комбинированным (естественным и искусственным). [10]

Исходя из проведенного анализа видно, какие отрицательные факторы влияют на работу человека и для организации безопасной, комфортной работы, проводятся следующие расчеты:

− Расчет системы освещения (естественного и искусственного);

− Расчет системы вентиляции и воздухообмена.

4.3 Расчет освещенности флотационного цеха

На стадии проектирования основной задачей светотехнических расчетов является определение требуемой площади световых проемов при естественном освещении; потребляемой мощности электрической осветительной установки − при искусственном.

Исходные данные:

− помещение имеет размеры:

a) Длина А−70 м.;
b) Ширина В−10м.;
c) Высота Н−20 м..

− помещение с синими крашеными стенами, металические конструкции.

− коэффициенты отражения от стены Рст=50%, потолка Рпот=50% и пола Рпол=10% помещения.

Работа с оборудованием и техникой является работой средней точности. Поскольку наименьший размер объекта различия 0,5–1мм. находим нормируемую освещенность для общего искусственного освещения 300 лк. Освещение здесь общее – это такое, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно. Коэффициент запаса равен 1,5. Расчёт светового потока лампы будем производить методом коэффициента использования. Требуемый световой поток лампы каждого светильника

определяется по формуле [11]:

$$i = \frac{E * K_s * S * Z}{N * \eta} \quad (4.1)$$

Где E − наименьшая нормируемая освещенность, лк ;

Ks− коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников ;

S − освещаемая площадь помещения, м2;

z − коэффициент неравномерности освещения, z=0.7; N − число светильников;

η − коэффициент использования светового потока, т.е. отношение потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп; находится в зависимости от величины индекса помещения i и коэффициента отражения потолков и стен.

Минимальная норма освещенности при общем искусственном освещении для этого класса помещений E=300 лк.

Индекс помещения i определяется по формуле:

$$i = S/((A + B) * h)$$

4.2)

где A – длина помещения, м;

B − ширина помещения, м;

h − высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Так как высота помещения превышает 20 м, когда рекомендуется применять потолочное крепление светильников, то используем свес на 1,5 м.

$$i = S/((A + B) * h)$$

4.2)

h = H − hсв − hр ,(м), (4.3)

где hр − высота рабочей поверхности над полом

hр = 15 (м), тогда h = 20 – 1,5 − 15= 3.5 (м),

i = (70x 10) / (3.5 x (70+10)) = 2,5.

По этому индексу помещения i = 2,5 и коэффициенту отражения потолка ρ пот = 50%, стен ρ сл = 50%, пола ρ пол = 10% коэффициент использования светового потока для люминисцентных ламп принимаем η = 60%.

Требуемое количество ламп в помещении определим по формуле:

$$N = S / L_2, \text{ (шт)}, \quad (4.4)$$

где S − площадь помещения;
L − расстояние между светильниками.

$$L = z \times h, \text{ (м)} \quad (4.5)$$

где z = 0.7 − коэффициент неравномерности;
h − высота подвеса.

$$L = 0.7 \times 3.6 = 2{,}45 \text{ (м)}, \quad (4.6)$$

$$N = 700 / 2{,}43 = 116 \text{ (ламп)}, \quad (4.7)$$

Подставляя полученные в результате вычислений значения в формулу (6.1.), определяем световой поток каждого светильника.

$$\Phi = (300 \times 1.4 \times 700 \times 0{,}7) / (116 \times 0{,}43) = 4125 \text{ (лм)}, \quad (4.8)$$

Получив последнее значение для величины светового потока каждого светильника и определив количество светильников, выбираем тип ламп. На основе полученных данных целесообразно использовать металлогалогенная лампа HBA AL 400H IP65 SET (рис. 4.1) с мощностью 400 Вт с номинальным световым потоком 48000 лм.

Рисунок 4.1 − HBA AL 400H IP65 SET

Всего для создания нормируемой освещенности 300 лк необходимо 18

металлогалогенных ламп 400 Вт. План размещения светильников приведен на рисунке 4.2.

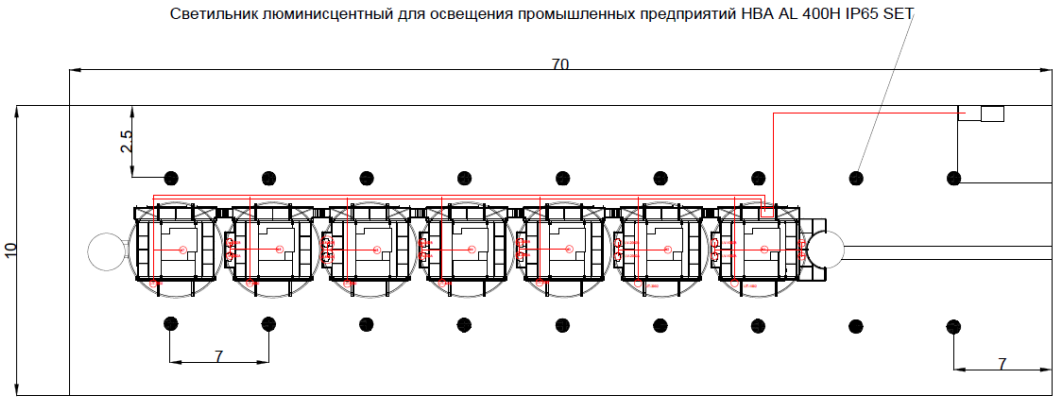

Рисунок 4.2 – План размещения светильников

4.4 Расчет системы вентиляции и воздухообмена

Вентиляция является важнейшим средством, обеспечивающим нормальные санитарно−гигиенические условия в производственных помещениях.

По своему назначению вентиляция подразделяется на общеобменную и местную, а по способу подачи в помещение свежего воздуха на естественную и механическую.

Общеобменную вентиляцию устраивают в тех случаях, когда вредные выделения образуются во всем объеме помещения. При этом воздухообмен в помещении обеспечивается более или менее равномерно. Общеобменную вентиляцию характеризуют кратностью воздухообмена (1/ч), которая показывает, сколько раз в течении часа обновится весь воздух в помещении.

Местная вентиляция обеспечивает вентиляцию непосредственно у рабочего места. Она может выполняться вытяжной− в виде местных отсосов, а также приточной − в виде воздушных завес, душей и оазисов. Преимуществом местной вентиляции (вытяжной вентиляции) является то, что отсос минимальных объемов воздуха с большим содержанием вредных веществ в нем предупреждает загрязнение воздуха всего помещения.

При естественной вентиляции перемещение воздуха происходит под влиянием естественных факторов (температурного или ветровогонапоров).

Механическая вентиляция, осуществляемая устройством системы воздуховодов и механических вентиляторов, обеспечивает поддержание постоянного воздухообмена независимо от внешних метеорологических условий. При этом воздух, поступающий в помещение в зимнее время, подогревается, а в летнее время охлаждается. Кроме того, поступающий воздух при необходимости может быть увлажнен и осушен. Механическая вентиляция может быть приточной или вытяжной, а также приточно−вытяжной. Например, в помещениях зарядных аккумуляторных станций

требуется вытяжная вентиляция для удаления воздуха, насыщенного парами кислот, щелочей, а также взрывоопасной смесью водорода и кислорода. В производственных цехах и на участках с большим выделением вредных газов, паров, пыли и в горячих цехах, где необходим надежный воздухообмен, применяется приточно−вытяжная вентиляция.

Однако в ряде случаев допустимо применение и менее точных формуле обобщенными коэффициентами, учитывающими несколько факторов или только наиболее значимые из них. Применение такого метода оправдано тем, что фактическая производительность любой рассчитанной, спроектированной и смонтированной вентиляции проверяется как перед ее пуском, так и в процессе эксплуатации. Если обнаруживаются отклонения от требуемых показателей, то они устраняются изменением производительности вентилятора. Количество воздуха, необходимого для обеспечения требуемых параметров воздушной среды, определяется расчетом. При этом учитывается тип помещений и производственные вредности, помещения с тепловыделениями− избытки выделяемого тепла; помещения с тепло и влаговыделениями− избытки тепла и влаги; помещения с газо− и пылевыделениями− количество вредных газов(паров), пыли. [12]

В автозале могут иметь место значительные избытки тепла, удаление которых, прежде всего, должны обеспечить системы кондиционирования. При

наличии теплоизбытков, количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения определяется по формуле:

$$L_в=Q_u/(C_в \cdot t \cdot j_у) , \qquad (4.9)$$

Где $C_в$ − теплоемкость сухого воздуха, ккал / кг, 0,24; t=tвых−tвх;

$t_{вых}$ − температура воздуха выходящего из помещения, С°;

$t_{вх}$ − температура воздуха, поступающего в помещение, С°;

$j_у$ − плотность поступающего в помещение воздуха, равная 1,2 кг/м3;

Q_u− теплоизбытки в помещении, ккал/ч.

$$Q_u=Q_{об}+Q_{осв}+Q_л+Q_р−Q_{отд}, \qquad (4.10)$$

где $Q_{об}$ − тепло, выделяемое производственным оборудованием, ккал/ч;

$Q_{осв}$ −тепло, выделяемое системой искусственного освещения помещения, ккал/ч;

$Q_л$ −тепло, выделяемое обслуживающим персоналом ккал/ч;

$Q_р$ − тепло, вносимое в помещение солнцем, ккал/ч;

$Q_{отд}$ − теплоотдача естественным теплом, ккал/ч.

Тепловыделения в производственные помещение от оборудования, приводимого в движение электродвигателями, определяют по формуле (4.11)

$$Q1 = 1000 \cdot N \cdot ŋ_1 \cdot ŋ_2 \cdot ŋ_3 \cdot ŋ_4, \quad (4.11)$$

где N − номинальная мощность электродвигателей, кВт;

$ŋ_1$ − коэффициент использования номинальной мощности, равный 0,7−0,9;

$ŋ_2$ − коэффициент загрузки, т.е. отношение средней потребляемой мощности к максимально необходимой, равной 0,5 − 0,8;

$ŋ_3$ − коэффициент одновременности работы электродвигателей, равный 0,5 − 1;

$ŋ_4$ − коэффициент, характеризующий долю механической энергии, превратившейся в тепло ($ŋ_4$ = 0,65 − 1,0).

Теперь определим тепло, выделяемое электродвигателями:

$$Q_{осв}=1000 \cdot 150 \cdot 7 \cdot 0,25=262500 \text{ ккал/ч}, \quad (4.12)$$

Теперь определим тепло, выделяемое осветительными установками:

Тепловыделения от искусственного освещения рассчитывают, предполагая, что практически вся затрачиваемая энергия в конечном счете преобразуется в тепло, по формуле:

$$Q_2 = 1000 \cdot N, \quad (4.13)$$

где N − расходуемая мощность светильников, кВт.

$$Q_2 = 1000 \cdot 7,2=7200 \text{ ккал/ч}, \quad (4.14)$$

Определим тепло, вносимое солнечной радиацией:

$$Q_р=m \cdot F \cdot qост \cdot К, \quad (4.15)$$

где m− количество окон в помещении; F− площадь одного окна, м2;

qост − солнечная радиация через остекленную поверхность, то есть количество тепла, вносимое за один час через остекленную поверхность площадью 1 м2 , ккал/ч;

К− поправочный коэффициент, для окон с двойным остекленением К=0,6.

$$Q_р=4 \cdot 4 \cdot 0,6 \cdot 65=624 \text{ ккал/ч} \quad (4.16)$$

Теплоотдачу естественным путем, для теплого периода года при расчетах можно принять равной нулю, Qотд= 0;

Тогда получим общее количество избыточного тепла:

$$Q_{изб}=Qоб+Qосв+Qл+Qр, \quad (4.17)$$

$$Q_u=262500+7200+624=264114 \text{ ккал/ч} \quad (4.18)$$

$$Q_н=Q_u/V_п, \quad (4.19)$$

где $V_п$− объем помещения, 14000 м^3.

$$Q_н=264114/14000=18{,}8 \text{ ккал/ч} \quad (4.20)$$

Отсюда, количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения (величина t при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха: если теплонапряженность воздуха $Q_н$<20 ккал/ч, то принимаем t=6 C^0):

$$L_в=264114/(0{,}24\cdot6\cdot1{,}2)=152843 \text{ м}^3 \quad (4.19)$$

Для нашего помещения и объема воздуха необходимого для удаления подходит приточно−вытяжная установка ENERGOLUX SCAW−M 100 ZHT. Для нормального воздухообмена в нашем помещении необходимо установить 4 кондиционера данного типа.

Характеристиками кондиционера являются:

мощность кондиционера – 32 квт/ч;

объем обрабатываемого воздуха− 43000 м3/ч;

режим работы − непрерывный.

На рисунке 4.3 представлена схема вентиляции и расположения проточно−вытяжных установок.

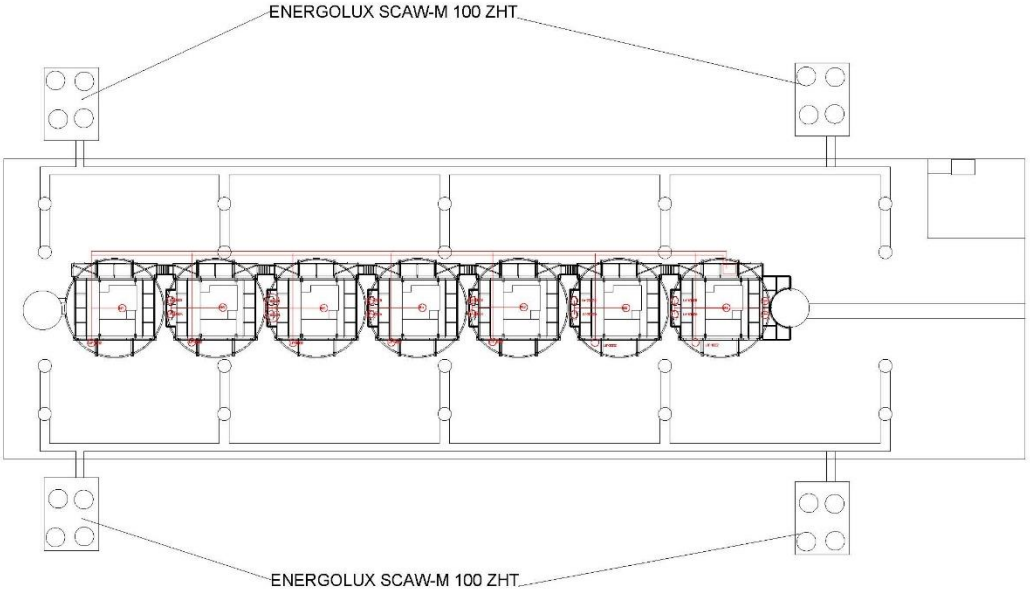

Рисунок 4.3 – Схема вентиляции помещения

Вывод: В итоге произведенного анализа условий труда, было выявлено наличие в воздухе химических веществ, большая концентрация которых, может нанести вред здоровью человека. В связи с этим была расчитана система вентиляции помещения. Необходимо 4 установки, обьем обрабатываемого воздуха 152843 м3. Так же была расчитана система освещения и было принято решение использовать светильники мощность 400 Вт. Необходимо 18 светильников, расположенных в 2 ряда по 9 штук. Данное количество светильников полностью обеспечит необходимый световой поток.

5 Технико−экономическое обоснование

5.1 Обзор рынка

Поступление основных доходов фабрики обеспечивается реализацией меди. Поэтому результаты деятельности фабрики значительно зависят от цен на сырьевые товары, которые отражают мировые показатели соотношения спроса и предложения, а также рыночные настроения и деятельность финансовых инвесторов. Цены на сырьевые товары могут быть волатильными и циклическими, в зависимости от геополитических и макроэкономических факторов, среди которых особое значение имеют перспективы развития экономики Китая, крупнейшего потребителя меди, выступающего в качестве основного физического рынка для фабрики.[14]

Медный концентрат продается по предварительной цене меди на ЛБМ за вычетом расходов на переработку и рафинирование (TC/RCs), которая корректируется до конечной цены, как правило, во второй месяц после поставки. Катодная медь реализуется китайским и европейским заказчикам на основе годовых контрактов на поставку, покрывающих около 80% объемов катодной меди. Остальные 20% этой продукции реализуются на спотовом рынке. Ее реализация ведется по предварительной цене на ЛБМ, которая корректируется до конечной цены, как правило, через месяц после поставки.

Цена на медь демонстрировала высокие результаты в течение 2018 года, чему способствовали такие факторы, как благоприятная макроэкономическая обстановка, более высокий, чем ожидалось, спрос со стороны Китая и сбои в поставках. Средняя цена меди на ЛБМ в течение 2018 года составила $6,163 за тонну, что на 27% выше по сравнению с $4,860 за тонну в предыдущем году. Улучшение настроений на рынке, начавшееся в ноябре 2018 года, продлилось до первого квартала 2018 года, поскольку цены продолжали расти из−за прерывания поставок, в том числе в результате экспортных ограничений и трудовых споров в Южной Америке. Тенденция к росту цен возобновилась во второй половине 2018 года вследствие благоприятных данных, принимаемых мер в рамках политики, поддерживающей спрос на медь со стороны Китая, и новой информации касательно ожиданий спроса на медь, включая широкое освещение потенциала электромобилей. Более слабый курс доллара США вкупе с рыночными ожиданиями возможного прерывания поставок из−за трудовых споров способствовал укреплению цен на медь в четвертом квартале. Цена меди на ЛБМ к концу года достигла $7,157 за тонну, что на 30% выше цены на конец 2017 года. Рынок меди сохранял напряженность, и, как ожидается, по результатам 2018 года в целом будет сбалансирован. По оценкам, мировая добыча на рудниках снизилась впервые с 2011 года, что является результатом сбоев в поставках в течение года и задержек при вводе в эксплуатацию новых проектов.

Рисунок 5.1 − Динамика цен в 2018 году

Ожидается, что в течение ближайших нескольких лет на рынке меди сохранится напряженность. Положительная динамика поставок с новых проектов и проектов расширения существующих рудников, по ожиданиям, окажет воздействие на рынок и в целом компенсирует сокращение производства на существующих источниках поставок. В результате этого, любое прерывание поставок из−за трудовых споров или других геополитических факторов, вероятно, приведет к волатильности цен.

Как ожидается, спрос будет сохранять траекторию умеренного роста, а Китай останется ключевым рынком. Общее потребление, по ожиданиям, увеличится, в частности за счет инвестиций в энергосети и транспортный сектор, а также в результате потенциального долгосрочного увеличения потребления за счет производства электромобилей.

В долгосрочной перспективе примерно с 2021 года ожидается возникновение дефицита на рынке, что обусловлено проблемами структуры сети поставок. Ожидается, что рост производства сократится из−за снижения содержания в руде, ограниченности инвестиций, отсутствия новых крупных месторождений, а также повышения экологических, политических и социальных рисков для существующих и новых источников продукции. С учетом длительных сроков, необходимых для запуска в эксплуатацию новых производственных мощностей, это может привести к периоду устойчивого дефицита поставок и послужить фактором, поддерживающим более высокие цены на медь в долгосрочной перспективе.[15]

Производство меди в объеме 131 тыс. тонн (2017: 90 тыс. тонн) выше планового диапазона благодаря плавному наращиванию производства и высокому содержанию меди в руде Достигнут уровень 100%−ной расчетной мощности, который поддерживался в течение длительного периода во втором квартале Содержание в сульфидной руде 0,61% (2017: 0,66%), ожидается среднее содержание 0,50% в период с 2017 по 2021 гг. и 0,40% с 2022 по 2027г. Производство на комплексе по переработке оксидной руды достигло 26 тыс. тонн (2017: 25 тыс. тонн), работа на участках электролиза и жидкостной экстракции поддерживалась на уровне расчетной мощности В 2019 году прогноз производства меди составляет 130− 140 тыс. тонн с дальнейшим ростом за счет увеличения пропускной способности − На комплексе по переработке оксидной руды около 25 тыс. тонн − На сульфидной фабрике

105−115 тыс. тонн. Динамика производства представлениа на рисунке 5.2.

Рисунок 5.2 – Динамика производства меди

Как показывает статистика медь имеет и будет иметь высокий спрос на рынке Казахстана и мира в целом. Расчитаем бизнес−план по осуществлению проекта флотации медного концентрата.

5.2 Расчет затрат на проект

Таблица 5.1 − Список затрат на проект

Наименование	Количество	Цена	Общая сумма
Флотмашина FLSmidth Wemco 250 м3	7	15428571	108000000
Шкаф управления процессом	1	7540000	7540000
Шкаф управления двигателями	1	5680000	5680000
Кабель (2х1.5мм2)	1600	650	1040000
Лоток перфорированный 200х80 2000мм	70	8 793	615510
Метизы	1	250000	250000

Соединительная коробка	1	120000	120000
Металлорукав герметичный Р2−Ц−А−32−У3	200	450	90000
Менеджер проекта	3	300000	900000
Инженер−механик	3	200000	600000
Инженер−электрик	3	200000	600000
Инженер КИПиА	3	200000	600000
Электромонтажники	3	150000	450000
Сварщик	3	150000	450000
Кран	3	150000	450000
Рабочие	3	100000	300000
Итог			12769000 0

Период монтажа и пуско−наладки составляет 3 месяца. Далее в штате необходим только оператор:

Заработная плата за этот срок:

$$ЗП = 12x200000 = 2,4 \text{ млн. тг.} \quad (5.1)$$

Премия по окнчанию проекта (10 % от ЗП):

$$ЗП_{доп} = 0,1 \cdot ЗП, \quad (5.2)$$

$$ЗП_{доп} = 0,1 \cdot 2,4 = 0,24 \text{ млн. тг.} \quad (5.3)$$

Фонд оплаты труда насчитывает:

$$ФОТ = ЗП + ЗП_{доп}, \quad (5.4)$$

$$ФОТ = 2,4+0,24 = 2,64 \text{ млн. тг.} \quad (5.5)$$

Социальный налог составляет 9.5 % от ФОТ:

$$С_н = 0,095 \cdot (ФОТ - 0,1 \cdot ФОТ), \quad (5.6)$$

$$С_н = 0,095 \cdot (2,64 - 0,1 \cdot 2,64) = 0,22 \text{ млн. тг.} \quad (5.7)$$

Амортизационные отчисления для промышленной отрасли составляют 25 % в год от суммы капитальных затрат:

$$А = 0,25 \cdot К, \quad (5.8)$$

где К − сумма капитальных затрат, 127,690 млн. тг.

$$А = 0,25 \cdot 127,690 = 31,92 \text{ млн. тг.} \quad (5.9)$$

Расходы на материалы и запасные части составляют 0,5 % от суммы капитальных затрат:

$$Р_м = 0,005 \cdot К, \quad (5.10)$$

$$Р_м = 0,005 \cdot 127,69 = 0,63 \text{ млн. тг.} \quad (5.11)$$

Расходы на электроэнергию:

Имеется 7 двигателей по 150 кВт, шкаф управления и шкаф управления двигателями. Потребление электроэнрегии шкафами управления крайне малы, по сравнения с потребление электроэнрегии двигателями, поэтому ими можно пренебречь.

$$Р_{эл} = 2920 \cdot Ц_{кВт} \cdot (W_1 \cdot N_1), \quad (5.12)$$

где W1 − мощность, потребляемая двигателем, 150 кВт/ч;

$Ц_{кВт}$ − цена одного киловатта электроэнергии, договорная, составляющая на данный момент;

(Ставка тарифа в часы в среднем) − 17,36 тг за кВт/ч;

N_1 – количество двигателей−7;

2920 − количество часов в году.

$$Р_{эл} = 2920 \cdot 17,36 \cdot (150 \cdot 7) = 53,225 \text{ млн. тг,} \quad (5.13)$$

Накладные расходы составляют 70 % от основных расходов:

$$Р_{накл} = 0,7 \cdot Р_{осн}, \quad (5.14)$$

Накладные расходы определяются по формуле:

$$Р_{накл.} = 0,7 \text{ x } (ФОТ + С_н + А + Р_м + Р_{эл}), \quad (5.15)$$

$$Р_{осн} = 2,64+0,26+31,92+0,63+53,225=88,675 \text{ млн.тг} \quad (5.16)$$

$$Р_{накл} = 0,7 \cdot 88,675 = 62 \text{ млн. тг.} \quad (5.17)$$

Расчеты эксплуатационных расходов сведем в таблицу 5.2

Таблица 5.2− Эксплуатационные расходы

Статьи затрат	Сумма затрат, млн. тг.
Фонд оплаты труда	2,64
Социальный налог	0,22
Амортизационные отчисления	31,92
Расходы на материалы и запасные части	0,63
Расходы на электроэнергию	53,225
Накладные расходы	62
Итого	150,635

Доходы и экономическая эффективность

Годовая сумма доходов:

$$Д = Q \cdot Ц_{ак}, \quad (5.18)$$

где Q – тонн меди в год 131;

Цак – цена одной тонны медного концентрата, 2,28 Млн тг./тонна

В среднем фабрика выпускает 131 тонну медного концентрата в год, рыночная цена на тонну меди с 20% содержанием меди 6500 $ = 2.483 млн. тг.

Определим доход от продажи медного концентрата в год:

$$Д = 131 \cdot 2{,}483 = 325{,}273 \text{ млн. тг.} \quad (5.19)$$

Чистый доход от хозяйственной деятельности определяется по формуле:

$$ЧД = Д - Э_{год}, \quad (5.20)$$

$$ЧД = 325{,}273 - 150{,}635 = 174{,}638 \text{ млн. тг.} \quad (5.21)$$

Налог с прибыли (20 % в бюджет) рассчитаем по формуле:

$$Нп = 0{,}2 \cdot ЧД, \quad (5.22)$$

$$Нп = 0{,}2 \cdot 174{,}638 = 34{,}92 \text{ млн. тг.} \quad (5.23)$$

Чистая прибыль предприятия:

$$ЧП = ЧД - Нп, \quad (5.24)$$

$$ЧП = 174{,}638 - 34{,}92 = 139{,}7 \text{ млн. тг.} \quad (5.25)$$

Коэффициент общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений:

$$Е = ЧП/К, \quad (5.26)$$

$$Е = 139,7/127,69= 1,09 \quad (5.27)$$

Период окупаемости для проекта:

$$Т = К/ЧП = 1/Е, \quad (5.28)$$

$$Т = 1/1,09 = 0,92 \text{ года} \quad (5.28)$$

Экономические показатели проекта приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 − Экономические показатели проекта до дисконтирования

Наименование показателя	Величина
Капитальные затраты, млн. тг.	127,690
Срок кредитования, лет	2
Штат, человек	1
Эксплуатационные расходы, млн. тг.	150,635
Годовая сумма доходов, млн. тг.	325,273
Чистый доход, млн. тг.	174,638
Чистая прибыль, млн. тг.	139,7
Коэффициент экономической эффективности	1,09
Срок окупаемости, лет	0,92

5.3 Расчет показателей эффективности инвестиций

При анализе инвестиционных проектов используются следующие показатели эффективности инвестиций:

− чистая текущая стоимость проекта (NPV);

− индекс рентабельности проекта (PI);

− дисконтированный период окупаемости (DPP).

Чистая приведенная стоимость (NPV) представляет собой разницу между текущей стоимостью денежных поступлений и текущей стоимостью оттока денежных средств. NPV используется в капитальном бюджете для анализа рентабельности прогнозируемых инвестиций или проекта. Положительная чистая приведеннаястоимость показывает, что прогнозируемая прибыль, полученная от проекта или инвестиции, превышает ожидаемые затраты. Как правило, инвестиции с положительной NPV будут прибыльными, а с отрицательной NPV − чистыми убытками. Эта концепция

является основой для правила чистой приведенной стоимости, которое диктует, что единственными инвестициями, которые должны быть сделаны, являются инвестиции с положительными значениями NPV.

NPV > 0 – проект является прибыльным;

NPV = 0 – увеличение объемов не принесет прибыли инвесторами;

NPV < 0 – проект является не .

Ниже приведена формула для расчета NPV:

$$NPV = \sum i \frac{PV_i}{(1+E)^i} \quad (5.29)$$

где PV_i – есть современная стоимость денежного потока на протяжении экономической жизни проекта (чистая прибыль);

E – норма дисконта, в нашем случае равная 20%;

I_o – капитальные затраты, т.е. сумма инвестиций на начало проекта –127,69 млн.тг.;

i – количество периодов – 2года

$$NPV = ((139{,}7/(1 + 0{,}2)) + (139{,}7/(1 + 0{,}2)^2)) - 127{,}69 = 85{,}74 \text{ млн} \quad (5.30)$$

Индекс рентабельности проекта – это метод оценки инвестиций, рассчитанный путем деления текущей стоимости будущих денежных потоков проекта на первоначальные инвестиции, необходимые для проекта.

$$PI = \sum PV/K_{вл}; \quad (5.31)$$

$$PI = 171{,}48 / 127{,}69 = 1.34 \quad (5.32)$$

Индекс рентабельности больше 1, значит, проект стоит принять. Определим дисконтированный период окупаемости DPP. Дисконтированный срок окупаемости − это процедура составления бюджета капитала, используемая для определения рентабельности проекта. Ниже приведена формула для расчета DPP:

$$DPP = t + \frac{K_{вл} - (П_1 + П_2 + П_n - 1)}{П_n} \quad (5.33)$$

где t – есть период, за который капитальные вложения окупятся; Квл – есть капитальные вложения; П – есть прибыль по годам.

В расчетах данного проекта, вместо значений прибыли возьмем значение чистой прибыли с учетом дисконтирования. Учитывая, что по

результатам вычисления без учета дисконтирования, проект окупится за 1,09 года, возьмем t=2:

$$DPP = 2 + \frac{127{,}69 - 174{,}638}{174{,}638} = 1{,}74 \quad (5.34)$$

то есть, с учетом дисконтирования, срок окупаемости увеличится до 1,73 года. Все данные, рассчитанные после дисконтирования сведены в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 − Экономические показатели проекта после дисконтирования

Наименование показателя	Величина
Капитальные затраты, млн. тг.	127,69
Штат, человек	1
Эксплуатационные расходы, млн. тг.	150,635
Годовая сумма доходов, млн. тг.	325,273
Чистая прибыль, млн. тг.	139,92
Срок окупаемости, лет	1,74

Вывод: Согласно полученным результатам проект является экономически выгодным и все инвестиции вложенные в него оправдаются. При капитальных вложениях в 127,69 млн. тг. и ежегодных расходах в 150,635 млн. тг., спустя 1,74 года проект полностью окупится и будет набирать обороты, срок работы таких предприятий 25−30 лет. Следовательно можно получать прибыль многие годы.

Заключение

В результате выполнения дипломного проекта была спроектирована и расчитана система автоматического контроля процесса флотации медного концентрата. На данный момент существует много аналогов данной системы на различном оборудовании, но четкий контроль процесса, датчики высокой точности позволяют позволяют обработать максимальное количество сырья. Внедрение АСУ ТП позволяет исключить человеческий фактор и сократить затраты на обслуживающий персонал. Так же имеется возможность расширять систему автоматизации, добавлять приборы, ПЛК и строить распределенную систему управленя.

Вследствии чего, было принято решение разарботать систему упраления производственным процессом по получению медного концентрата. Целью проекта было создать систему контроля уровня пены, смеси реагентов и пульпы. В результате мы получили:

− полностью автоматизированную систему;
− уменьшили затраты на обслуживающий персонал;
− исключили влияние человеческого фактора;
− выгодный проект по переработке меди.

Была расчитана общая стоимость вложений, в них входят флотационные машины, шкафы управления процессом и двигателями, кабель, кабельные лотки и т.д. Так же были расписаны затраты на монтаж, пуско−наладку оборудования. Расчеты показали, что проект является экономически выгодным, а спрос на медь, согласно прогнозам, будет только расти. Полученные результаты расчета по показателям рентабельности и выгодности, показывают, что проект является экономически выгодным.

Автоматизированное производство имеет высокие показатели безопасности, благодаря тому, что люди не учавствеют в процессе производства. Рекомендации по безопасности при монтаже оборудования даны в разделе безопасности и жизнедеятельности. Так же было расчитано необходимое освещение флотационного цеха, в целях правильного осмотра оборудования. В цеху находится много приборов, двигателей по причине этого, было расчитано выделение тепла и необходимая вентиляция.

Список литературы

1. Ауэзова А.М. Элементы и устройства автоматики. – АУЭС, Алматы 2016 год.
2. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. Проф. В.П. Дьяконова.− М.:СОЛОН−Пресс, 2005. – 256 с.
3. Ауэзова А.М. Интегральная и микропроцессорная схемотехника – АУЭС, Алматы 2015 год.
4. Ауэзова А.М. Интегрирование цифровой техники в системы автоматизации управления. – АУЭС, Алматы 2016.
5. Парр. Программируемые контроллеры: руководство для инженера. – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 516 с.
6. Справочное руководство по языкам программирования. Учебный курс Unity Pro. Основы 1 − 2009г.
7. Платформа автоматизации Modicom M340. Каталог 2009 Schneider Electric.
8. Бергер Ганс. Автоматизация с помощью программ STEP 7 LAD и FBD. Издание 2−е – 2014 г.
9. Выполнение экономических расчетов в дипломных разработках. Методические указания для студентов технических направлений (специальностей) всех форм обучения / каф. менеджмента, гуманитарный факультет, СПбГУ ИТМО / Санкт−Петербург, 2011.
10. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Подред. Г.М. Кнорринга.− Л., Энергия,1976.−384с.
11. Арустамов Э.А., Безопасность жизнедеятельности / Э.А. Арустамов. − М.: Изд.центр Акад., 2009.
12.Шевченко Н.Г. Основы безопасности жизнедеятельности. − М.: Инфра− М, 2009
13. Б. В. Шандров, А.Д. Чудаков. Технические средства автоматизации. М.:Академия. Учебник – 2007г.
14. Steven L. Garrett. Thermoacoustic refrigerator for space applications // Journal of thermophysics and heat transfer. 1993. Vol. 7. N 4.
15. Dr. Thomas Licht, Dr. Jurgen Schulz−Harder. Micro channel water cooled power modules.PCIM Power Conversion Intelligent Motion Power Quality. Nurnberg. June 2000.
16. Dr. Schulz−Harder, Dipl.−Ing. Suavi Orey. Thermal management of dense power electronics for drives // Power Electronics Europe. 2002. Issue 3.
17. Материалы сайта https://www.siemens−pro.ru/ (23.03.19).
18. Материалы сайта https://www.phoenixcontact.com (25.03.19).
19. Материалы сайта https://www.rittal.com (05.04.19).
20. Материалы сайта https://new.siemens.com/kz/ru.html (21.04.19).

Приложение А

Таблица А.1 – Список приборов

№	Позиционный номер	Наименование	Функция	Производитель	Модель
1	3421−LIT−1002	Ультразвуковой датчик уровня	Уровень флотационной камеры FO−101	SIEMENS	7ML5221−2AA17
2	3421−LIT−2002	Ультразвуковой датчик уровня	Уровень флотационной камеры FO−102	SIEMENS	7ML5221−2AA17
3	3421−LIT−3002	Ультразвуковой датчик уровня	Уровень флотационной камеры FO−103	SIEMENS	7ML5221−2AA17
4	3421−LIT−4002	Ультразвуковой датчик уровня	Уровень флотационной камеры FO−104	SIEMENS	7ML5221−2AA17
5	3421−LIT−5002	Ультразвуковой датчик уровня	Уровень флотационной камеры FO−105	SIEMENS	7ML5221−2AA17
6	3421−LIT−6002	Ультразвуковой датчик уровня	Уровень флотационной камеры FO−106	SIEMENS	7ML5221−2AA17
7	3421−LIT−7002	Ультразвуковой датчик уровня	Уровень флотационной камеры FO−107	SIEMENS	7ML5221−2AA17
8	3421−LV−1002A	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−102 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
9	3421−LV−1002B	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−102 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
10	3421−LV−2002A	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−103 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
11	3421−LV−2002B	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−103 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
12	3421−LV−3002A	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−104 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
13	3421−LV−3002B	Завтворный клапан по	Уровень флотационной камеры FO−104	FESTO	DFPI−320−350−ND

		уровню	Управляющий клапан		2P−E−P
14	3421−LV−4 002A	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−105 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
15	3421−LV−4 002B	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−105 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
16	3421−LV−5 002A	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−106 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
17	3421−LV−5 002B	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−106 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
18	3421−LV−6 002A	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−107 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
19	3421−LV−6 002B	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры FO−107 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
20	3421−LV−7 002A	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры D Bx DI−207 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
21	3421−LV−7 002B	Завтворный клапан по уровню	Уровень флотационной камеры D Bx DI−207 Управляющий клапан	FESTO	DFPI−320−350−ND 2P−E−P
22	3421−LY−1 002A	Позиционер клапана по уровню	Уровень флотационной камеры FO−102 Позиционер		
23	3421−LY−1 002B	Позиционер клапана по уровню	Уровень флотационной камеры FO−102 Позиционер		
24	3421−LY−2 002A	Позиционер клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl FO−103 Позиционер		
25	3421−LY−2 002B	Позиционер клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl FO−103 Позиционер		
26	3421−LY−3 002A	Позиционер клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl FO−104 Позиционер		
27	3421−LY−3 002B	Позиционер клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl FO−104 Позиционер		
28	3421−LY−4 002A	Позиционер клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl FO−105 Позиционер		
29	3421−LY−4 002B	Позиционер клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl FO−105 Позиционер		
3	3421−LY−5	Позиционе	Уровень флотационной		

0	002A	р клапана по уровню	камерыl FO−106 Позиционер		
3 1	3421−LY−5 002B	Позиционе р клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl FO−106 Позиционер		
3 2	3421−LY−6 002A	Позиционе р клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl FO−107 Позиционер		
3 3	3421−LY−6 002B	Позиционе р клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl FO−107 Позиционер		
3 4	3421−LY−7 002A	Позиционе р клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl DBox DI−207 Позиционер		
3 5	3421−LY−7 002B	Позиционе р клапана по уровню	Уровень флотационной камерыl DI−207 Позиционер		

Таблица А.2 – Список сигналов

№	Таговый номер	Ряд	Модуль	Клемма	Тип сигнала	Функция	Описание
1	3421−LIT−1002	1	1	2	AI	Уровень флотационной камеры FO−101	Ультразвуковой датчик уровня
2	3421−LIT−2002	1	1	3	AI	Уровень флотационной камеры FO−102	Ультразвуковой датчик уровня
3	3421−LIT−3002	1	1	6	AI	Уровень флотационной камеры FO−103	Ультразвуковой датчик уровня
4	3421−LIT−4002	1	1	7	AI	Уровень флотационной камеры FO−104	Ультразвуковой датчик уровня
5	3421−LIT−5002	1	1	8	AI	Уровень флотационной камеры FO−105	Ультразвуковой датчик уровня
6	3421−LIT−6002	1	2	1	AI	Уровень флотационной камеры FO−106	Ультразвуковой датчик уровня
7	3421−LIT−7002	1	2	2	AI	Уровень флотационной камеры FO−107	Ультразвуковой датчик уровня

8	3421−LV−2002A	2	1	1	AO	Уровень флотационной камеры FO−102 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
9	3421−LV−2002B	2	1	2	AO	Уровень флотационной камеры FO−102 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
10	3421−LV−3002A	2	1	3	AO	Уровень флотационной камеры FO−103 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
11	3421−LV−3002B	2	1	4	AO	Уровень флотационной камеры FO−103 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
12	3421−LV−4002A	2	1	5	AO	Уровень флотационной камеры FO−104 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
13	3421−LV−4002B	2	1	6	AO	Уровень флотационной камеры FO−104 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
14	3421−LV−5002A	2	1	7	AO	Уровень флотационной камеры FO−105 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
15	3421−LV−5002B	2	1	8	AO	Уровень флотационной камеры FO−105 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
16	3421−LV−6002A	2	2	1	AO	Уровень флотационной камеры FO−106 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
17	3421−LV−6002B	2	2	2	AO	Уровень флотационной камеры FO−106 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
18	3421−LV−7002A	2	2	3	AO	Уровень флотационной камеры FO−107 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
19	3421−LV−7002B	2	2	4	AO	Уровень флотационной камеры FO−107 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
20	3421−LV−1002A	2	2	5	AO	Уровень флотационной камеры D Bx DI−207 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню
21	3421−LV−1002B	2	2	6	AO	Уровень флотационной камеры D Bx DI−207 Управляющий клапан	Завтворный клапан по уровню

Таблица А.3 – Кабельный журнал

№	Номер площадки	Номер жилы	От	До	Кол−во пар	Сечение мм2	Длина
1	3420	3421LIT1002−I1	3421−LIT−1002	3420−JB−004	1	1.5	75

2	3420	3421LIT2002−I1	3421−LIT−2002	3420−JB−004	1	1.5	75
3	3420	3421LIT3002−I1	3421−LIT−3002	3420−JB−004	1	1.5	75
4	3420	3421LIT4002−I1	3421−LIT−4002	3420−JB−004	1	1.5	75
5	3420	3421LIT5002−I1	3421−LIT−5002	3420−JB−006	1	1.5	75
6	3420	3421LIT6002−I1	3421−LIT−6002	3420−JB−006	1	1.5	75
7	3420	3421LIT7002−I1	3421−LIT−7002	3420−JB−006	1	1.5	75
8	3420	3421LY1002A−I1	3421−LY−1002A	3420−JB−006	1	1.5	75
9	3420	3421LY1002B−I1	3421−LY−1002B	3420−JB−006	1	1.5	75
10	3420	3421LY2002A−I1	3421−LY−2002A	3420−JB−004	1	1.5	75
11	3420	3421LY2002B−I1	3421−LY−2002B	3420−JB−004	1	1.5	75
12	3420	3421LY3002A−I1	3421−LY−3002A	3420−JB−004	1	1.5	75
13	3420	3421LY3002B−I1	3421−LY−3002B	3420−JB−004	1	1.5	75
14	3420	3421LY4002A−I1	3421−LY−4002A	3420−JB−004	1	1.5	75
15	3420	3421LY4002B−I1	3421−LY−4002B	3420−JB−004	1	1.5	75
16	3420	3421LY5002A−I1	3421−LY−5002A	3420−JB−006	1	1.5	75
17	3420	3421LY5002B−I1	3421−LY−5002B	3420−JB−006	1	1.5	75
18	3420	3421LY6002A−I1	3421−LY−6002A	3420−JB−006	1	1.5	75
19	3420	3421LY6002B−I1	3421−LY−6002B	3420−JB−006	1	1.5	75
20	3420	3421LY7002A−I1	3421−LY−7002A	3420−JB−006	1	1.5	75
21	3420	3421LY7002B−I1	3421−LY−7002B	3420−JB−006	1	1.5	75
22	3420	3420−JB−006−I1	3420−JB−006	3420−CP−322A	12	1.5	125
23	3420	3420−JB−004−I1	3420−JB−006	3420−CP−322A	12	1.5	125

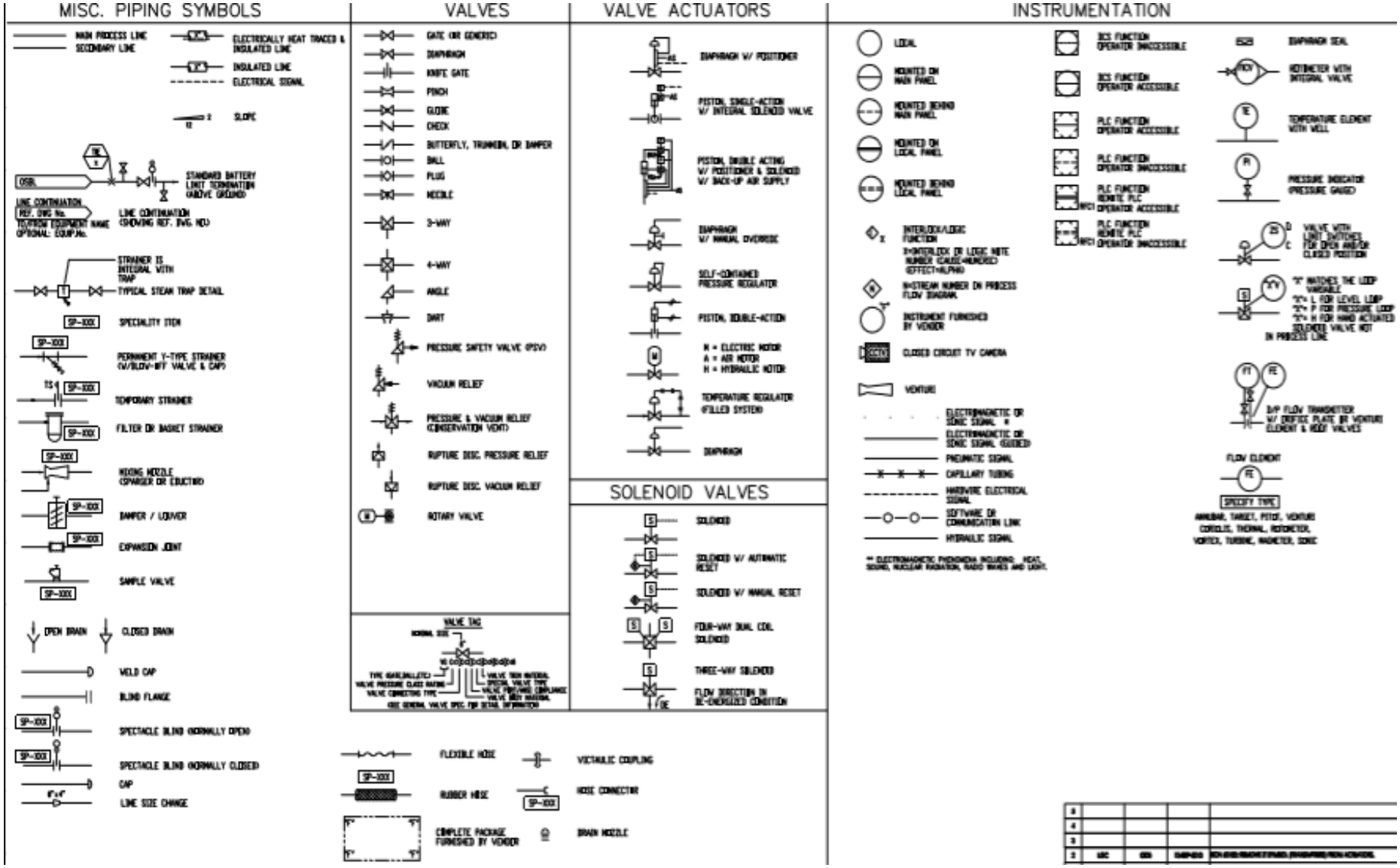

Рисунок А.1 – Графическое обозначение элементов

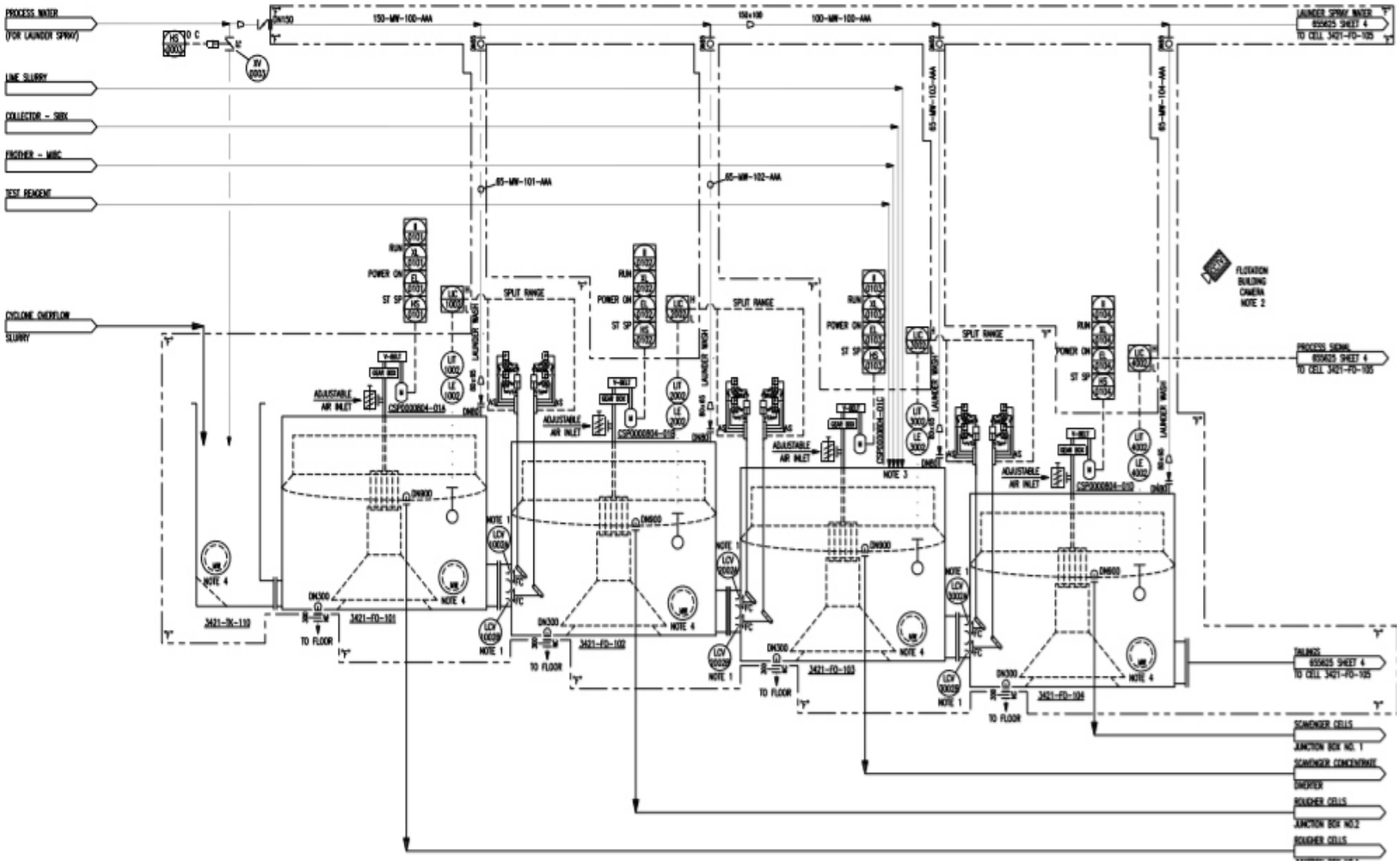

Рисунок А.2 – Схемы трубопровода и КИП

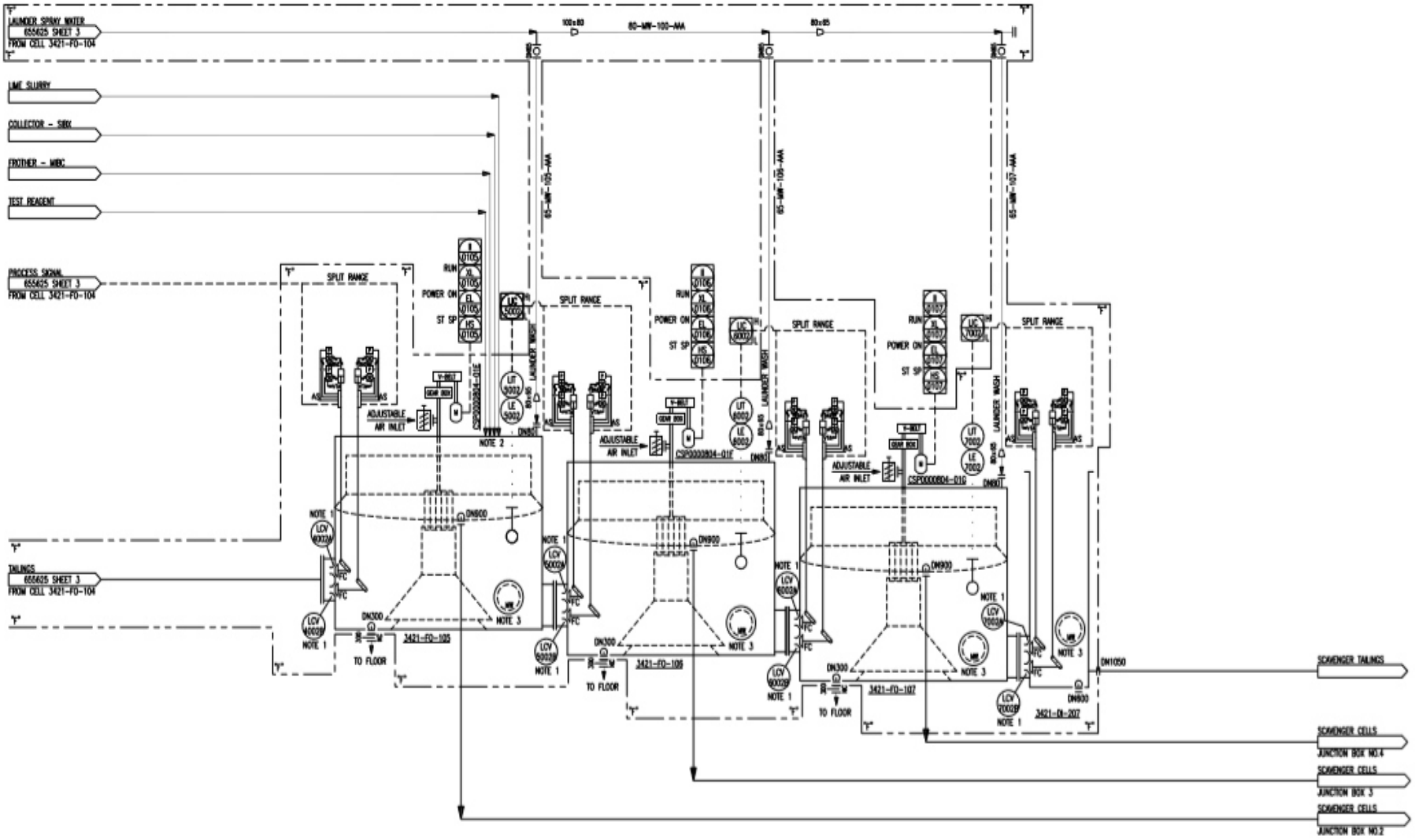

Рисунок А.3 – Схемы трубопровода и КИП

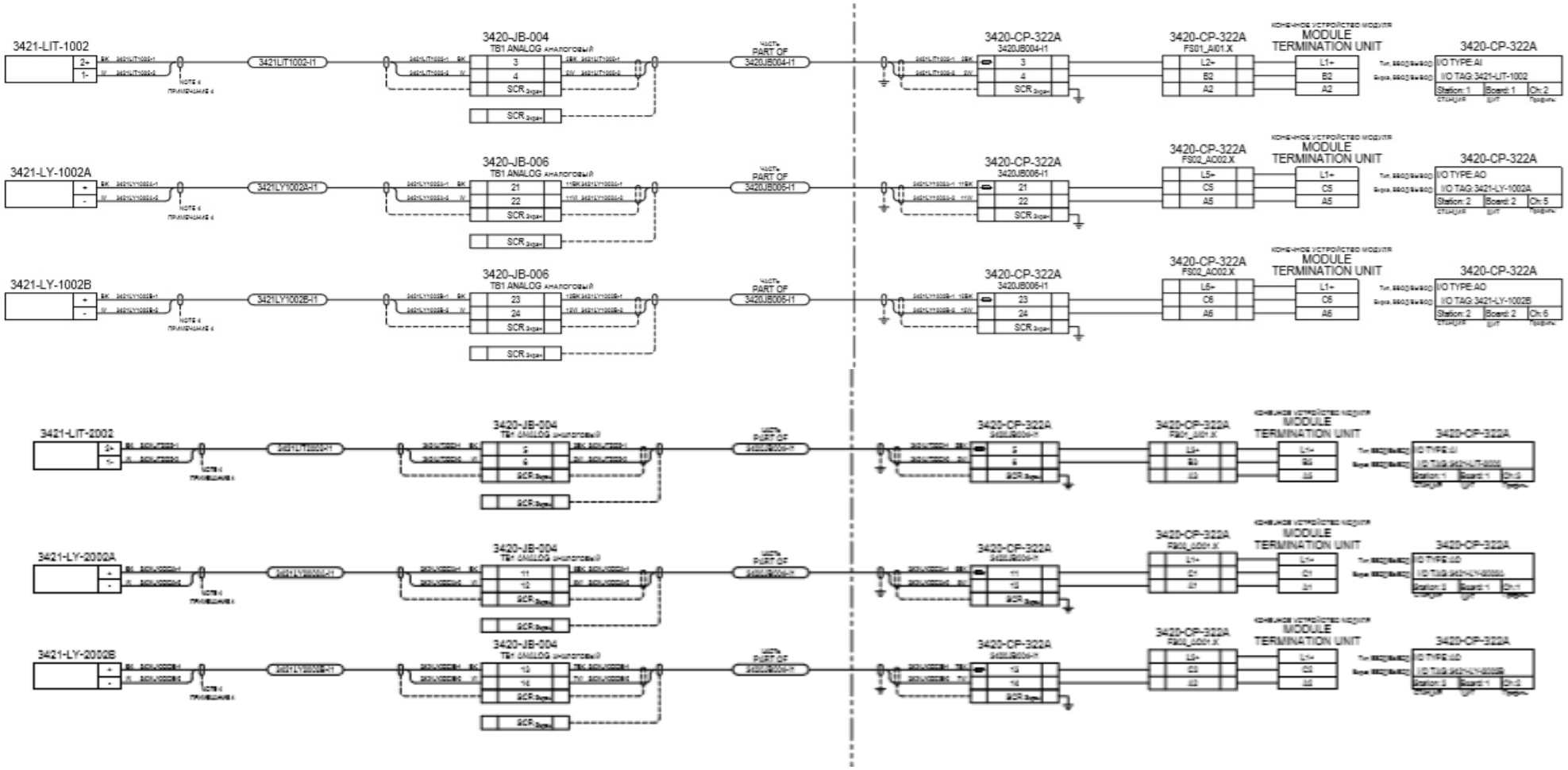

Рисунок А.4 – Петельные схемы

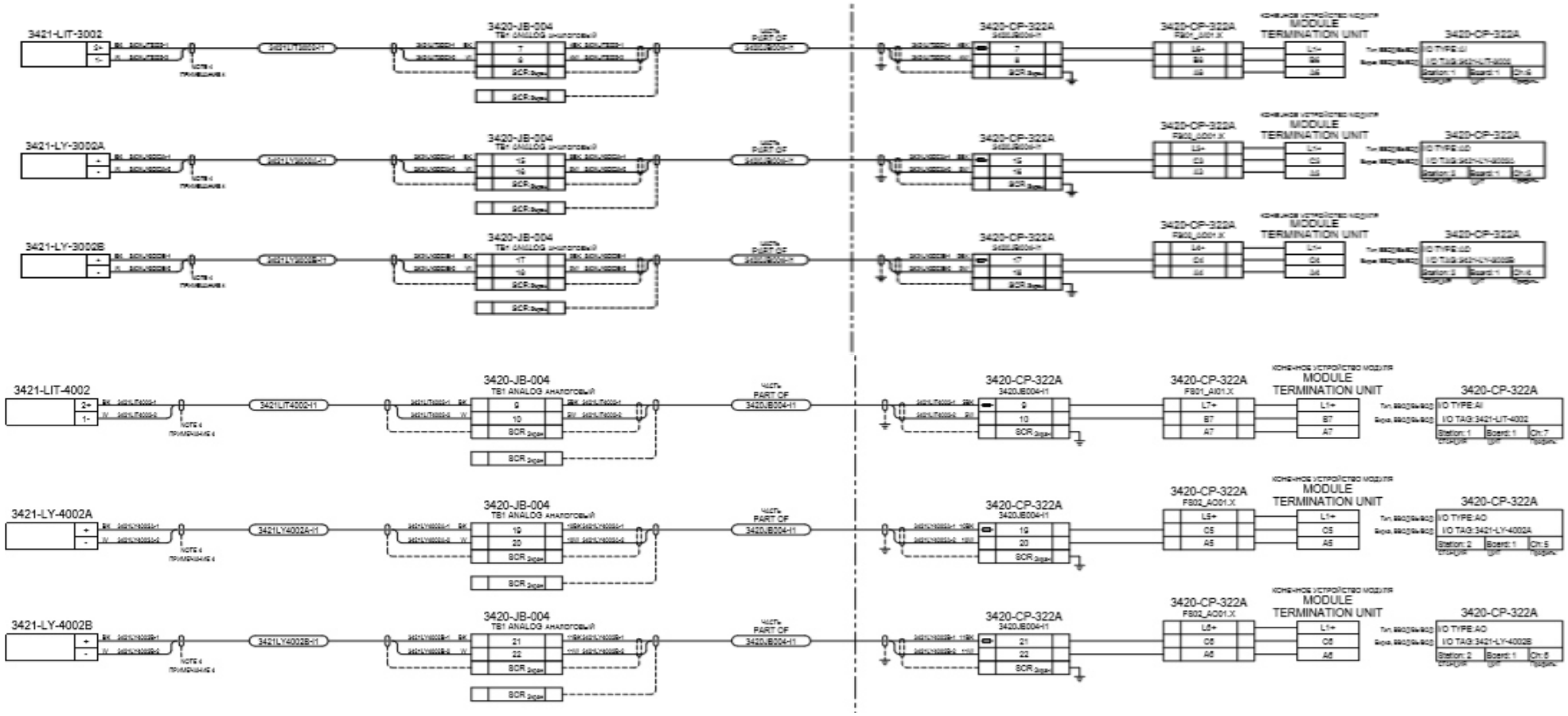

Рисунок А.5 – Петельные схемы

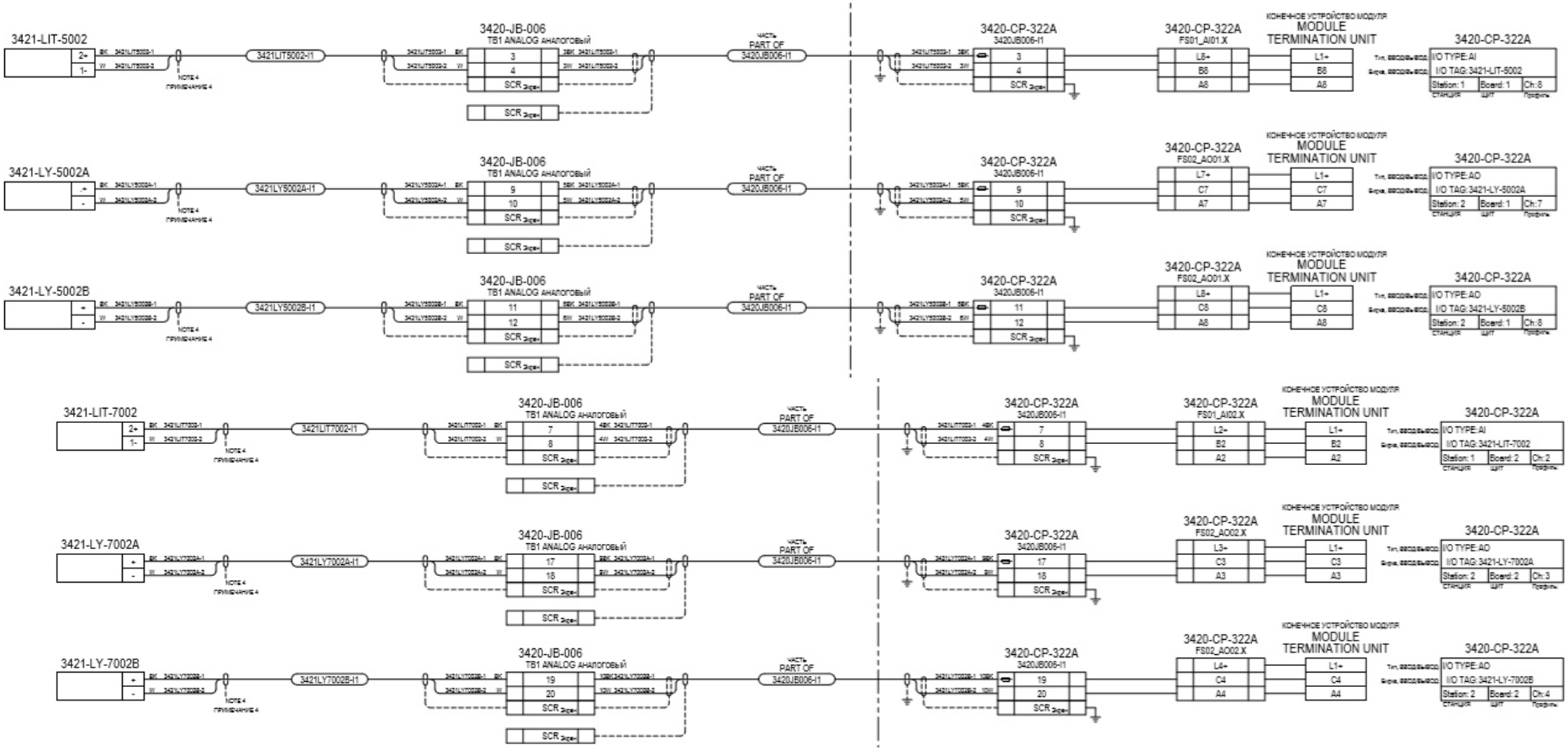

Рисунок А.6 – Петельные схемы

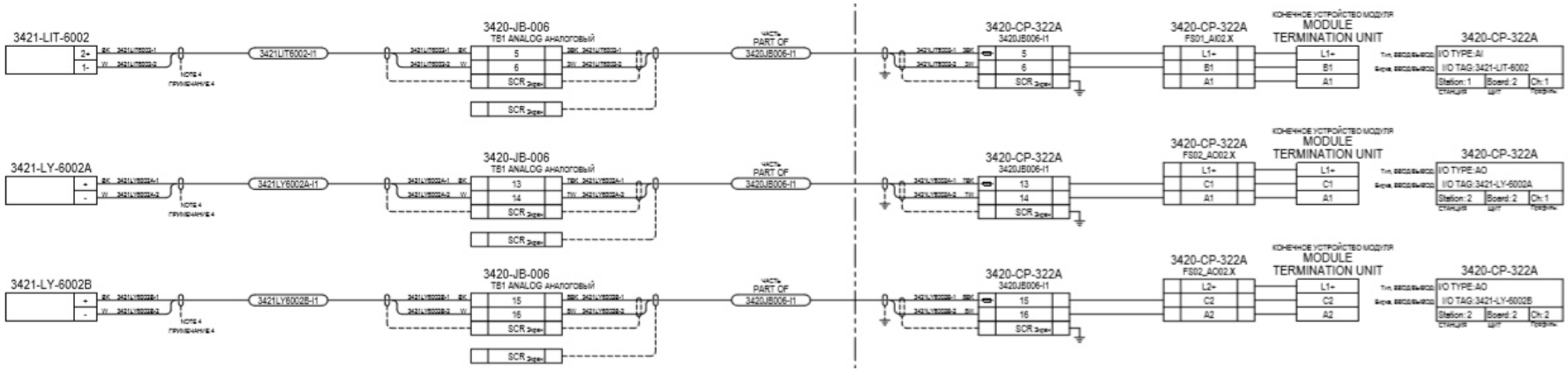

Рисунок А.7 – Петельные схемы