|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СОДЕРЖАНИЕ** | | |
|  | ВВЕДЕНИЕ | 2 |
| 1 | ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА | 3 |
| 2 | ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС | 4 |
| 2.1 | Исследование характеристик свойств объекта управления | 4 |
| 2.2 | Анализ особенностей автоматизации объекта управления | 6 |
| 2.3 | Выбор регулирующего воздействия на объект управления | 8 |
| 3 | АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ | 9 |
| 4 | ВЫБОР ЗАКОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ. РАСЧЕТ НАСТРОЕК РЕГУЛЯТОРА | 12 |
| 5 | РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ | 14 |
| 5.1 | Описание функциональной схемы автоматизации | 14 |
| 5.2 | Выбор средств измерения | 15 |
| 5.3 | Спецификация приборов и средств автоматизации | 18 |
| 5.4 | Структурная схема системы автоматизации технологического процесса | 27 |
| 5.5 | Комплекс технических средств | 27 |
| 5.6 | Протоколы обмена данных | 31 |
| 5.7 | Описание монтажной схемы (схемы внешних соединений) | 32 |
| 5.8 | Организация монтажа, ремонта и обслуживания средств измерения и автоматизации. | 33 |
| 6 | БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХ.ПРОЦЕССА | 40 |
| 7 | ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ | 43 |
|  | Вывод | 61 |
|  | Список литературы | 62 |

# ВВедение

При организации промышленного производства важную роль играет автоматизация, так как она позволяет минимизировать материальные затраты, а также затраты ручного труда при выпуске продукции.

**Автоматизация** — одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоёмкости выполняемых операций.

Современная организация АСУ ТП помогает предприятию в достижении таких целей, как: повышение производительности, конкурентоспособности, эффективности и рентабельности производства. За счет внедрения прогрессивных технологий и оборудования, производству удается упростить и усовершенствовать производственный процесс. В зависимости от назначения в функции АСУ ТП может входить: управление и контроль за технологическим процессом; автоматизированный учет затрат, хранение данных и др.; оперативное получение необходимой информации о показателях; предупреждение рисков возникновения нештатных ситуаций и др.

Целью дипломного проекта является автоматизация технологического узла получения пропилена из пропан-пропиленовой фракции.

Главные задачи дипломного проекта:

1. Описать свойства технологического процесса, выбрать регулируемые параметры и регулирующие воздействия.

2. Разработать функциональную схему автоматизации на базе программно-технических средств автоматизация технологического узла получения пропилена из пропан-пропиленовой фракции.

3. Составить спецификацию КИПиА.

4. Описать монтаж КИПиА.

5. Разработать схемы: ФСА.

# 1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В качестве сырья на колонну К-308А/Б подается пропан-пропиленовая фракция насосом Н-323 из куба колонны К-307.

Колонна имеет два параллельно работающих кипятильника Т-348А, Т-348Б обогреваемых горячей циркуляционной водой с температурой до 80°С поступающей от насоса Н-201. Циркуляционная вода, прошедшая кипятильники Т-348А/Б подается в аппарат Т-201. Пары, образующиеся в кипятильниках Т-348А и Т-348Б проходят вверх по колонне через клапанные тарелки, барботируют через слой жидкости и при этом частично конденсируются, (в первую очередь пары труднолетучих компонентов).

Пары пропилена, выходящие сверху колонны К-308А, конденсируются при температуре (38-44)°С в двух параллельно работающих водяных конденсаторах Т-349А/Б и поступают в рефлюксную ёмкость Е-325. Жидкий пропилен из ёмкости Е-325 переохлаждаясь до 35оС в переохладателе Т-350 одним или двумя параллельно работающими насосами Н-309А/B/C подается на орошение колонны К-З08А. Часть пропилена с нагнетания насоса Н-309А/B/C отводится в смежный цех по 2-м линиям:

а) для использования в качестве сырья для производства фенола, ацетона;

б) на базисные склады для отправки потребителям пропилена.

Для исключения превышения давления в К-308А/Б на емкости Е-325 смонтирована линия сдувок газа на факел через регулирующий клапан поз.FV 708-8.

Жидкость, скапливающаяся в кубе колонны К-308А, переохлаждается в теплообменнике T-308A, оборотной водой и одним или двумя параллельно работающими насосами H-308A/Б/B подаётся на верхнюю тарелку колонны К-308 Б.

Кубовый продукт колонны К-308Б (пропановая фракция) испаряется в теплообменниках Т-353А/Б водяным паром и направляется в топливную сеть, в систему печей пиролиза Р-510/511, либо в линию этана-рецикла на печи пиролиза.

# 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

* 1. Исследование характеристик свойств объекта управления

Ректификация — разделение жидких смесей на практически чистые компоненты, различающиеся температурами кипения, путём многократного испарения жидкости и конденсации паров. Процесс относится к основным процессам химической технологии. Показателем эффективности является состав целевого продукта. В зависимости от технологических особенностей в качестве целевого продукта могут выступать, как дистиллят, так и кубовый остаток. Поддержание постоянного состава целевого продукта и будет являться целью управления

Процесс ректификации относится к основным процессам химической технологии. Показателем эффективности его является состав целевого продукта. В зависимости от технологических особенностей в качестве целевого продукта могут выступать как дистиллят, так и кубовый остаток. Поддержание постоянного состава целевого продукта и будет являться целью управления. Состав другого продукта при этом может колебаться в определенных пределах вследствие изменения состава исходной смеси.

В качестве объекта управления при автоматизации процесса ректификации примем установку, состоящую из тарельчатой ректификационной колонны, выносного кипятильника, дефлегматора и теплообменника для подогрева исходной смеси.

Ректификационная установка является сложным объектом управления со значительным временем запаздывания, с большим числом параметров, характеризующих процесс, многочисленными взаимосвязями между ними и распределенностью, т. д.

Трудность регулирования процесса объясняется также частотой и амплитудой возмущений. Возмущениями являются изменения начальных параметров исходной смеси, тепло- и хладоносителей, изменения свойств теплопередающих поверхностей, отложение веществ на стенках и т. д. Кроме того, на технологический режим ректификационных колонн, устанавливаемых под открытым небом, влияют колебания температуры атмосферного воздуха.

Показатель эффективности процесса концентрация искомого компонента в дистилляте самым непосредственным образом зависит от начальных параметров исходной смеси. С их изменением в процесс могут поступать наиболее сильные возмущения, в частности по каналу состава исходной смеси, так как состав определяется предыдущим технологическим процессом.

Расход сырья может быть стабилизирован с помощью регулятора расхода. Диафрагма и исполнительное устройство регулятора должны быть установлены до теплообменника, так как после нагревания смеси до температуры кипения теплообменнике поток жидкости может содержать паровую фазу, что нарушает работу автоматических устройств.

Назначение и технические характеристики оборудования.

1. Аппарат Т-348А, Б - 2 шт. кожухотрубный теплообменник с неподвижными трубными решетками, четырехходовой вертикальный кипятильник пропиленовой колонны К-308А.
2. Аппарат Т-349А - 1 шт. кожухотрубный, горизонтальный теплообменник с плавающей головкой, четырехходовой.
3. Аппарат Т-349Б - 1 шт. кожухотрубный, горизонтальный теплообменник, шестиходовой. Конденсаторы пропиленовой колонны К-308А/Б.
4. Аппарат Т-350 – 1 шт, кожухотрубный 4-х ходовой, горизонтальный переохладатель флегмы пропиленовой колонны К-308А/Б.
5. Аппарат Е-325 – 1 шт. рефлюксная емкость пропиленовой колонны К-308А/Б.
6. Насос Н-308А - 1 шт. предназначен для подачи орошения из куба колонны К-308А на верх колонны К-308Б.
7. Аппарат Т-308А кожухотрубный, 6-и ходовой, горизонтальный переохладитель кубового продукта колонны К-308А.
8. Аппарат K-308A, Б - 2 шт. укрепляющая часть ректификационной колонны с клапанными тарелками.

2.2 Анализ особенностей автоматизации объекта управления

Ректификационная колонны К-308А/Б предназначена для разделения жидких однородных смесей на составляющие вещества или группы составляющих веществ в результате противоточного взаимодействия паровой и жидкой смесей. Разделение жидкой смеси основано на различной летучести веществ. При ректификации исходная смесь делится на две части: дистиллят – смесь, обогащенную легколетучим компонентом (ЛЛК) пропилена, и кубовый остаток – смесь пропан-пропиленовой фракции, обогащенную труднолетучим компонентом (ТЛК) пропана. Легколетучим в процессе испарения является компонент с более низкой температурой кипения. Процесс ректификации осуществляется в ректификационной установке непрерывно или периодически.

В первом случае разделяемая смесь, предварительно подогретая до температуры кипения, подается в установку непрерывно. Подача ее осуществляется в среднюю часть так называемую питающую тарелку колонны, которая делит весь аппарат на нижнюю и верхнюю часть (рис. 1). Нижняя часть аппарата работает как отгонная – в ней происходит удаление легколетучего компонента из разделяемой смеси, а верхняя часть, как укрепляющая. В верхней части ректификационной колонны происходит обогащение паровой фазы легколетучим компонентом.

Установка в этом случае, обычно, работает в установившемся режиме, что позволяет получать продукт и кубовый остаток с постоянной по времени концентрацией легколетучего компонента.

Сущность процесса ректификации состоит в частичном испарении исходной смеси с отводом и последующей конденсацией образовавшейся паровой фазы. Получившийся конденсат снова частично испаряется, конденсируется и т.д. За счет этого образуется продукт, обогащенный легколетучим компонентом (Л.Л.К.). Наглядно это можно иллюстрировать построением процесса на диаграмме температура – состав (рис. 2.). Исходная смесь (точка D), обогащенная труднолетучим компонентом (Т.Л.К.) В, имеющим температуру кипения – tВ, нагревается до температуры кипения (линия Dа) и частично испаряется (линия ab), при этом образуется пар, обогащенный Л.Л.К. А. Получившийся пар конденсируется (линия bc) и образовавшийся конденсат снова частично испаряется (линия cd) и т.д. до тех пор, пока получится продукт – дистиллят заданного состава (точка С), обогащенный Л.Л.К. – А.

|  |
| --- |
| https://www.isuct.ru/dept/chemkiber/piaht/metodwork/metods/images/image001.gif |
| Рис. 1. Схема ректификационной установки непрерывного действия: 1 – верхняя часть колонны; 2 – нижняя часть колонны; 3 – куб колонны; 4 – дефлегматор; 5 – отделитель флегмы; 6 – холодильник; 7 – сборник готового продукта. |

|  |
| --- |
| https://www.isuct.ru/dept/chemkiber/piaht/metodwork/metods/images/image003.gif |
| Рис. 2. Процесс ректификации на диаграмме температура – состав |

* 1. Выбор регулирующего воздействия на объект управления

Показателем эффективности процесса ректификации является состав целевого продукта. В зависимости от технологических особенностей в качестве целевого продукта могут выступать и дистиллят, и кубовый остаток. Поддержание постоянного состава целевого продукта - цель управления, для достижения данного показателя регулируется расход пропилена из теплообменника Т-308 в колонну К-308Б. Состав другого продукта при этом может колебаться в определенных пределах вследствие изменения состава исходной смеси.

Ректификационная колонна К-308Б - сложный объект управления со значительным временем запаздывания, с большим числом параметров, характеризующих процесс, многочисленными взаимосвязями между ними, распределенностью их и т. д. Трудность регулирования процесса объясняется также частотой и амплитудой возмущений. Возмущениями являются изменения начальных параметров исходной смеси, тепло- и хладоносителей, изменения свойств теплопередающих поверхностей, отложение веществ на стенках и т. д. а также колебания температуры атмосферного воздуха для ректификационных колонн, устанавливаемых под открытым небом.

Давление Р легко стабилизировать изменением расхода пара в колонну К-308Б. Исполнительное устройство при этом устанавливают не на шлемовой трубе, соединяющей верхнюю часть ректификационной колонны с дефлегматором, а на линии хладоносителя, поступающего в дефлегматор. Это вызвано, тем, что при дросселировании пара в шлемовой трубе дефлегматор начинает работать в режиме переменного давления, что неблагоприятно влияет на процесс конденсации.

Стабилизация давления в верхней части колонны необходима не только для поддержания заданного состава целевого продукта, но и для обеспечения нормального гидродинамического режима колонны, так как при понижении давления может произойти «захлебывание» колонны, а при его повышении уменьшается скорость парового потока, что связано с уменьшением производительности установки.

3 АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Важным показателем АСР является устойчивость системы автоматического регулирования расхода (датчик расхода поз. 8). Значение регулируемого параметра поддерживается постоянным в соответствии с определенным законом регулирования. При отклонении значения расхода от заданной величины (например, под действием возмущения или изменения задания) регулятор воздействует на систему таким образом, чтобы ликвидировать это отклонение. Если система в результате этого воздействия возвращается в исходное состояние или переходит в другое равновесное состояние, то такая система называется устойчивой. Если же возникают колебания со все возрастающей амплитудой или происходит монотонное увеличение ошибки, то система называется неустойчивой. Для того, чтобы определить, устойчива система или нет, используются критерии устойчивости:

1) корневой критерий,

2) критерий Стодолы,

3) критерий Гурвица,

4) критерий Найквиста,

5) критерий Михайлова и др.

Нам понадобится критерий Найквиста. Для устойчивости АСР необходимо и достаточно, чтобы при увеличении ω от 0 до ¥ АФХ W¥(jω) m раз охватывала точку (-1; 0), где m - число правых корней разомкнутой системы. Если АФХ проходит через точку (-1; 0), то замкнутая система находится на границе устойчивости. В случае, если характеристическое уравнение разомкнутой системы A(s) = 0 корней не имеет (т.е. m = 0), то критерий, согласно критерию, замкнутая система является устойчивой, если АФХ разомкнутой системы W¥(jw) не охватывала точку (-1; 0), в противном случае система будет неустойчива (или на границе устойчивости).

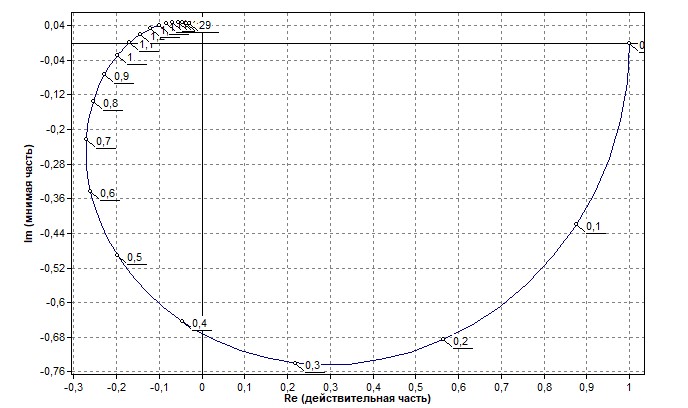
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, час | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 5.5 | 6 | 6.5 | 7 |
| F | 30 | 31,2 | 32,1 | 33 | 41 | 45 | 51 | 57 | 65 | 69 | 73 | 78 | 89 | 94 | 90 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, час | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 5.5 | 6 | 6.5 | 7 |
| F | 0 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,2 | 0,25 | 0,35 | 0,45 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,8 | 0,99 | 1,1 | 1 |

Вид передаточной функции



Вывод вычислений:



Если исследуемая АСР устойчива, то может возникнуть вопрос о том, насколько качественно происходит регулирование в этой системе и удовлетворяет ли оно технологическим требованиям. На практике качество регулирования может быть определено визуально по графику переходной кривой, однако, имеются точные методы, дающие конкретные числовые значения.

Показатели качества разбиты на 4 группы:

1) прямые - определяемые непосредственно по кривой переходного процесса,

2) корневые - определяемые по корням характеристического полинома,

3) частотные - по частотным характеристикам,

4) интегральные - получаемые путем интегрирования функций.

Сразу по ней определяется **установившееся значение выходной величины** ууст.

**Степень затухания** ψ определяется по формуле

, где А1 и А3 - соответственно 1-я и 3-я амплитуды переходной кривой.

**Перерегулирование:** σ = , где ymax - максимум переходной кривой.

**Статическая ошибка** ест = х - ууст, где х - входная величина.

**Время достижения первого максимума:** tм определяется по графику.

**Время регулирования:** tp определяется следующим образом: Находится допустимое отклонение Δ = 5% ууст и строится «трубка» толщиной 2Δ. Время tp соответствует последней точке пересечения y(t) с данной границей. То есть время, когда колебания регулируемой величины перестают превышать 5 % от установившегося значения.

На основание исследования анализа устойчивости системы автоматического управления, по критерию Найквиста можно сделать вывод, что система является устойчивой. Критерий Найквиста используется для определения устойчивости системы с замкнутым контуром в частотной области. Критерий сообщает, будет ли система оставаться устойчивой при воздействии входных сигналов, изменяющихся по частоте. Если замкнутая система устойчива, то график Найквиста не будет проходить через точку (-1; 0) границы устойчивости, как показано на графике. Вместо этого график остается в пределах области комплексной плоскости (область устойчивости).

4 ВЫБОР ЗАКОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ. РАСЧЕТ НАСТРОЕК РЕГУЛЯТОРА

Упрощенный метод выбора и расчета регуляторов основывается на возможности представления динамических характеристик объектов управления тремя параметрами - временем запаздывания *,* постоянной времени Ти коэффициентом усиления *к*об*.* В таком случае, задаваясь типовым переходным процессом (апериодический, с 20 % перерегулированием, с минимальной интегральной ошибкой), можно определить тип регулятора (позиционный, непрерывный) и рассчитать настроечные характеристики выбранного регулятора. Согласно методике, вначале рассчитывается отношение τ/*Т*, называемый условным запаздыванием.

отсюда следует регулятор будет непрерывный.

Если этот параметр τ/*Т* <0.2, выбирается позиционный регулятор, при τ/*Т*> 0.2 регулятор будет непрерывным. Закон регулирования непрерывных регуляторов зависит от свойств объектов регулирования (емкости, запаздывания, самовыравнивания), характера возмущений и показателей качества переходного процесса:

* пропорциональный, П - закон - для одно ёмкостных объектов и при медленных возмущениях;
* интегральный, И - закон - для объектов с большим самовыравниванием, с малым запаздыванием, при медленных возмущения;
* пропорционально-интегральный, ПИ - закон - для объектов с любыми запаздываниями, емкостями, самовыравниваниями, при медленных возмущениях;
* пропорционально-дифференциальный, ПД - закон - для объектов с большими запаздываниями, при быстрых, но малых возмущениях;
* пропорционально-интегрально-дифференциальный, ПИД - закон - универсальный, для любых объектов и при любых возмущениях.



При переходном процессе апериодическая:

В итоге был вычислен параметр условного запаздывания, который был τ/*Т*>0.2, исходя из этого регулятор будет непрерывным. Типовой процесс регулирования является апериодическим, а закон регулирования ПИД – регулятор (Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон). Так как несколько ёмкостных объектов имеют различную скорость возмущения. При вычисление переходного процесса получилось 0,18.

5 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

**5.1 Описание функциональной схемы автоматизации**

Для автоматизации технологического процесса применены электронные приборы, регулирование параметров осуществляется компьютером с помощью заданной программы, программно-технического комплекса «Delta V».

С достижением режимных уровней и давлений в системах установки получения пропилена, установка вступает в период нормальной работы. При нормальной работе и отклонениях от технологического режима аппаратчик осуществляет контроль и регулирование следующих параметров технологического режима.

Расход циркуляционной воды на кипятильник Т-348 регулируется регулятором расхода. Регулирующие клапаны поз. FE 10-1, FE 3-1 установлены на линии подачи циркуляционной воды в Т-348.

Исполнение клапанов «НЗ».

Температура пропана на выходе из испарителя Т-353Б регулируется регулятором температуры.

Исполнение клапана «НО».

Уровень в кубе колонны К-308А регулируется регулятором уровня.

Регулирующий клапан поз. H-726 установлен на линии нагнетания насосов Н-308А/Б/В.

Исполнение клапана «НЗ».

Расход флегмы на колонну К-308А регулируется регулятором расхода. Регулирующий клапан поз. FE 14-1 установлен на линии подачи флегмы в колонну К-308А.

Исполнение клапана «НЗ».

Уровень в рефлюксной емкости Е-325 регулируется регулятором уровня. Регулирующий клапан поз. LS 23-1 установлен на общей линии подачи пропилена в цех 109-110.

Исполнение клапана «НЗ».

Давление в колонне К-308А/Б регулируется регулятором давления. Регулирующие клапана установлены:

а) поз. PV 2-1 на линии выхода оборотной воды из дефлегматора Т-349А/Б.

Исполнение «НО».

б) поз. PV 20-1 А на линии сдувок из емксоти Е-325 на факел.

Исполнение клапана «НЗ».

Расход пропилена из осушителей К-207А/Б в цех №109-110 регулируется регулятором расхода, с коррекцией по давлению. Регулирующий клапан поз. 376В установлен на линии пропилена из цеха. Исполнение клапана «НЗ».

Температура пропана на выходе из испарителя Т-353А регулируется регулятором температуры. Регулирующий клапан поз. TV 610-6а установлен на линии подачи пара 3,5 кгс/см2 в испаритель Т-353А.

Исполнение клапана «НО».

5.2 Выбор средств измерения

Выбор средств измерений осуществляется исходя из:

1) Диапазона измерения - ориентировочно верхний предел измерения определяется *N*en=1,5*N*HОМ. Здесь *N*HОM - номинальное значение параметра согласно заданию.Далее из справочника берется ближайшее значение верхнего предела в сторону увеличения;

2) системы дистанционной передачи (возможны электрический токовый, по напряжению, дифференциально-трансформаторный или пневматический сигналы дистанционной передачи). Если технологический процесс пожаровзрывоопасный, рекомендуется выбрать пневматические или безопасного исполнения электрические приборы;

3) заданной погрешности измерений.

Режим работы колонны К-308Б

Давление вверху колонны - не более 1,85 МПа (18,5 кгс/см2)

Температура в колонне - не более 55°С.

Следовательно, для датчиков температуры минимальное значение предела измерения будет: По температуре:

Выбираем из справочника Метран 271-ТС; диапазон измерения 0-180°С. В качестве прибора для измерения температуры газовой смеси выбираем первичный термоэлектрический преобразователь ТПК модели ХА с пределами измерения - 40-600°С и классом точности 2. В качестве вторичного прибора выбираем ТРМ210 с основной погрешностью ±0,25%.

Для давления: 1,85\*1,5= 2,775 МПа (27,75 кгс/см2)

Выбор расходомеров имеет некоторые особенности. Вначале необходимо ориентировочно определить диаметр трубопровода D по объемному расходу, скорректированному по п.1. Если в задании дан массовый расход *G* [кг/ч], необходимо вычислить объемный

, (5.2.1)

где p=1,3 кг/м³ - плотность пропилена.

Объемный расход пропилена в колонне К-308Б

Объемный расход пропилена должен быть не более Q=5384,6 м3/ч

Далее задаются среднерасходными скоростями перемещения технологических сред

газы *w* = 10 ÷30 м/с;

жидкости *w* = 1 ÷ 3 м/с;

вязкие жидкости *w* = 0.3 ÷ 1м/с.

Ориентировочное значение диаметра трубопровода

, (5.2.2)

Для пропилена берем значение w = 30 м/с

D=907 мм

Далее из справочника берется ближайшее значение диаметра в сторону увеличения. Если D <50 мм, рекомендуется выбирать расходомер обтекания (ротаметр). В случае D >50 мм, то следует выбрать расходомер переменного перепада давления.

В качестве датчика расхода выбираем Rosemount 8700 Dy-450

5.3 спецификация приборов и средств автоматизации

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер позиции по функциональной схеме | Наименование параметра, среды и места отбора импульса | Предельно рабочее значение параметра | Место установки | Наименование и характеристики | Тип модель | Количество | | Завод-изготовитель | Примечание |
| На один агрегат | На все агрегаты |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1-1, 3-1, 8-1, 10-1, 14-1  1-2, 3-2, 8-2, 10-2, 14-2  1-3, 3-3, 8-3, 10-3, 14-3  1-4, 3-4, 8-4, 10-4, 14-4 | Расход пропилена  Расход пропилена  Расход пропилена  Расход пропилена | 0,5÷7 т/ч  0,5÷7 т/ч  0,5÷7 т/ч  0,5÷7 т/ч | На трубопроводе  На щите  На щите  На трубопроводе | Измерительный преобразователь газовый. Принцип действия основан на взаимодействии движущегося проводника с магнитным полем. Пределы измерения 6300 м3/ч. Номинал фланца нержавеющая сталь 12Х18Н10, исполнение E пo ГOСT 33259-15. Электрический выходной сигнал 4-20 мА, степень защиты IP66.  Прибор показывающий и самопишущий со станцией управления, предназначенной для ручного управления, автоматического регулирования и контроля. Основная погрешность ±0,25%. Число каналов 1. Габаритные размеры 750х600х350 мм.  ОВЕН ТРМ210 ПИД-регулятор с универсальным входом и RS-485, Класс точности регулятора 0,5  Исполнительное устройство. Автоматическое регулирование ТП путем изменения количества протекающего продукта. Возможность ручного регулирования с помощью ручного дублера. Условное давление в 1.85 Мпа. RP810 является регулятором давления «после себя» с пилотным управлением. Конструкция включает в себя основной клапан, пилотный клапан (DM510) и дроссельный блок. Клапан имеет металлическое седло. Тип корпуса z-образный. Присоединение Фланцы DN 40–400. Габаритные размеры 1100х410х550 мм. | Rosemount 8700 Dy-450  Rosemount 8700 Dy-450  ТРМ210  RP810 |  | 5  5  5  5 | Челябинск, Метран  Челябинск, Метран  Москва, ОВЕН  Германия, Любеке, Mankenberg |  |
| 2-1, 12-1, 20-1  2-2, 12-2, 20-2  2-3, 12-3, 20-3  2-4, 12-4, 20-4 | Давление пропилена  Давление пропилена  Давление пропилена  Давление пропилена | 1,4÷1,85 Мпа  1,4÷1,85 МПа  1,4÷1,85 МПа  1,4÷1,85 МПа | На трубопроводе  На щите  На щите  На трубопроводе | Измерительный преобразователь газовый. Принцип действия основан на тензорезистивный принцип. Пределы измерения 6 МПа. Ниппель для соединения по наружному диаметру трубы 14 мм. Электрический выходной сигнал 4-20 мА, степень защиты IP66.  Прибор показывающий и самопишущий со станцией управления, предназначенной для ручного управления, автоматического регулирования и контроля. Основная погрешность ±0,25%. Число каналов 1. Габаритные размеры 202х98х128 мм.  ОВЕН ТРМ210 ПИД-регулятор с универсальным входом и RS-485, Класс точности регулятора 0,5  Исполнительное устройство. Автоматическое регулирование ТП путем изменения количества протекающего продукта. Возможность ручного регулирования с помощью ручного дублера. Условное давление в 1.85 Мпа. RP810 является регулятором давления «после себя» с пилотным управлением. Конструкция включает в себя основной клапан, пилотный клапан (DM510) и дроссельный блок. Клапан имеет металлическое седло. Тип корпуса z-образный. Присоединение Фланцы DN 40–400. Габаритные размеры 1100х410х550 мм. | 150TG  150TG  ТРМ210  RP810 |  | 3  3  3  3 | Челябинск, Метран  Челябинск, Метран  Москва, ОВЕН  Германия, Любеке,  Mankenberg |  |
| 5-1, 7-1, 13-1  5-2, 7-2, 13-2  5-3, 7-3, 13-3  5-4, 7-4, 13-4 | Температура пропилена и пропана  Температура пропилена и пропана  Температура пропилена и пропана  Температура пропилена и пропана | 38-55°С  38-55°С  38-55°С  38-55°С | На колонне  На щите  На щите  На трубопроводе | Измерительный преобразователь газовый. Принцип действия термоэлектрическом эффекте или эффекте Зеебека. Пределы измерения 180°С. Номинал фланца нержавеющая сталь 12Х18Н10, исполнение E пo ГOСT 33259-15. Электрический выходной сигнал 4-20 мА, степень защиты IP66.  Прибор показывающий и самопишущий со станцией управления, предназначенной для ручного управления, автоматического регулирования и контроля. Основная погрешность ±0,25%. Число каналов 1. Габаритные размеры 276х95х95 мм.  ОВЕН ТРМ210 ПИД-регулятор с универсальным входом и RS-485, Класс точности регулятора 0,5  Исполнительное устройство. Автоматическое регулирование ТП путем изменения количества протекающего продукта. Возможность ручного регулирования с помощью ручного дублера. Условное давление в 1.85 Мпа. RP810 является регулятором давления «после себя» с пилотным управлением. Конструкция включает в себя основной клапан, пилотный клапан (DM510) и дроссельный блок. Клапан имеет металлическое седло. Тип корпуса z-образный. Присоединение Фланцы DN 40–400. Габаритные размеры 1100х410х550 мм. | 271- ТС  271- ТС  ТРМ210  RP810 |  | 3  3  3  3 | Челябинск, Метран  Челябинск, Метран  Москва, ОВЕН  Германия, Любеке, Mankenberg |  |
| 16-1, 17-1, 18-1, 19-1, 24-1  16-2, 17-2, 18-2, 19-2, 24-2  16-3, 17-3, 18-3, 19-3, 24-3  16-4, 17-4, 18-4, 19-4, 24-4 | Температура пропилена и пропана  Температура пропилена и пропана  Температура пропилена и пропана  Температура пропилена и пропана | 40-100°С  40-100°С  40-100°С  40-100°С | На трубопроводе  На щите  На щите  На трубопроводе | Измерительный преобразователь газовый. Принцип действия термоэлектрическом эффекте или эффекте Зеебека. Пределы измерения 180°С. Номинал фланца нержавеющая сталь 12Х18Н10, исполнение E пo ГOСT 33259-15. Электрический выходной сигнал 4-20 мА, степень защиты IP66.  Прибор показывающий и самопишущий со станцией управления, предназначенной для ручного управления, автоматического регулирования и контроля. Основная погрешность ±0,25%. Число каналов 1. Габаритные размеры 276х95х95 мм.  ОВЕН ТРМ210 ПИД-регулятор с универсальным входом и RS-485, Класс точности регулятора 0,5  Исполнительное устройство. Автоматическое регулирование ТП путем изменения количества протекающего продукта. Возможность ручного регулирования с помощью ручного дублера. Условное давление в 1.85 Мпа. RP810 является регулятором давления «после себя» с пилотным управлением. Конструкция включает в себя основной клапан, пилотный клапан (DM510) и дроссельный блок. Клапан имеет металлическое седло. Тип корпуса z-образный. Присоединение Фланцы DN 40–400. Габаритные размеры 1100х410х550 мм. | 271- ТС  271- ТС  ТРМ210  RP810 |  | 5  5  5  5 | Челябинск, Метран  Челябинск, Метран  Москва, ОВЕН  Германия, Любеке, Mankenberg |  |

5.4 Структурная схема системы автоматизации технологического процесса

На схеме автоматического регулирования представлен процесс регулирования давления пропан-пропилена в трубопроводе, подаваемого в колонну К-308Б. Схема автоматического регулирования давления построена на базе полевого датчика давления Метра-150TG, канала программируемого контроллера Simatic S-7 1200, регулирующего клапана фирмы Mankenberg RP810 с электропневматическим позиционером типа ППМ-200 компании ПАО "АВТОМАТИКА".

Система автоматического регулирования предназначена для контроля за ходом какого-либо процесса. Такая система включает датчик давления, пневматический усилитель, принимающий сигнал от датчика и передающий его после усиления на регулирующий клапан, который реализует заключительную операцию контроля – заданной величины. С помощью датчика перемещения, АЦП/ЦАП-преобразователь, микроконтроллер, фиксированного дросселя, Q-дросселя, выхода сигнализации неисправности и программируемых граничных контактов представление контролируемой величины в форме, удобной для наблюдения или регистрации, в автоматизированном рабочем месте.

5.5 Комплекс технических средств

**МЕТРАН-150TG датчик давления интеллектуальные**

Датчик избыточного давления МЕТРАН-150TG предназначены для преобразования давления жидкостей, пара, газа в унифицированный токовый выходной сигнал 0-5, 0-20 и 4-20 мА и/или цифровой сигнал на базе HART-протокола. Используются в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

Тип контролируемой среды: агрессивные жидкости, пары, газы, вода и другие жидкости, не агрессивные к нержавеющей стали и титановым сплавам, Воздух и другие газы, не агрессивные к нержавеющей стали и титановым сплавам, нефтепродукты, пар.

Измерительный механизм датчика 150TG работает по принципу тензорезистивного эффекта. Основой механизма является тензорезистивный тензомодуль на кремниевой подложке.

Под воздействием давления происходит деформация тензомодуля, вызывая при этом изменение электрического сопротивления его тензорезисторов, преобразуемое в цифровой код, пропорциональный приложенному давлению.

Микропроцессор датчика корректирует цифровой код в зависимости от индивидуальных особенностей ёмкостной ячейки или тензомодуля, а также в зависимости от температуры окружающей или измеряемой среды.

Откорректированный цифровой код передаётся на цифровое индикаторное устройство (для визуализации результатов), а также на устройство, формирующее стандартный аналоговый и/или цифровой выходной сигнал

Диапазоны измеряемых давлений: от -101,3 кПа до 10 МПа

Основная приведенная погрешность до ±0,075%; опция до ±0,2%

Технологическое соединение: М20х1,5 внешняя по ГОСТ 25164 исп.1

Выходной сигнал: 4-20 мА с цифровым сигналом на базе протокола HART

Гарантийный срок эксплуатации 5 лет

**Электропневматический позиционер приводных механизмов ППМ-200**

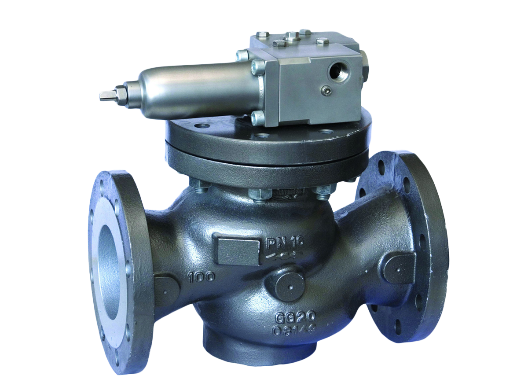
 Позиционер применяется для уменьшения рассогласования хода и повышения быстродействия пневмопривода посредством введения обратной связи по положению выходного органа пневмопривода.

Основная функция позиционера - обеспечение соответствия между положением рабочего органа регулирующей арматуры и величиной входного сигнала независимо от трения, гистерезиса и несбалансированных усилителей в пневмоприводе и арматуре.

Позиционер ППМ-200 предназначен для установки на пневмоприводы с линейным и угловым перемещением. Позиционер имеет уровень взрывозащиты «взрывобезопасный»

Среди исполнений позиционера имеются версии с аналоговой уставкой (от 4 до 20 мА) без поддержки коммуникации или с наложенным сигналом HART. Графический ЖК-индикатор вместе с имеющимися 3-мя кнопками позволяет проводить простое и удобное локальное конфигурирование, и эксплуатацию, а также отображать определённую информацию для клапана, диагностические и статусные сообщения.

**Редукционный клапан DM810**

 DM810 является регулятором давления «после себя» с пилотным управлением. Конструкция включает в себя основной клапан, пилотный клапан (DM510) и дроссельный блок. Клапан имеет металлическое седло и предназначен для газов/жидкостей t° до +130 °С.

При отсутствии давления плунжер клапана удерживается пружиной в закрытом положении. Для открытия клапана необходим перепад давления на нем не менее 0,2 МПа.

Для работы клапана требуется 2 импульсные трубки G 1/2, присоединенные на расстоянии не менее 1 x DN до и не менее 10 x DN после клапана.

Технические характеристики

* Тип присоединения: Р/Р
* Тип управления: Прямого действия
* Присоединение: Фланцы DN 400
* Выходное давление№ 0,1–4,0 Мпа

**ПЛК SIMATIC S7-1 200**

SIMATIC S7-1 200 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации средней и высокой степени сложности. Модульная конструкция, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства.

Особенности конструкции микроконтроллеров в сочетании с возможностями работы в условиях естественного охлаждения, стали залогом высокой мощности устройств SIMATIC S7-300. Также производители данного типа оборудования предусмотрели оперативное и нетрудоемкое включение в сетевые конфигурации и применение распределенных структур ввода/вывода.

В состав входят:

* FM – модули модемной связи. Имеют вмонтированный микропроцессор и обеспечивают реализацию ряда задач, среди которых функции автоматического регулирования, скоростного счета, управления перемещением и т.д.
* SM – модули сигнальные обеспечивают ввод/вывод дискретных, а также аналоговых сигналов.
* CPU – модуль ЦП. Контроллер предусматривает возможность использования свыше 20 типов ЦП, исходя из особенностей того или иного процесса.
* PS – блоки питания, сеть переменного/постоянного тока.
* CP – процессоры коммуникационные, призваны выполнять ряд задач в сетях PROFIBUS, PROFINET, AS-Interface и системах PtP-связи. Загружая драйверы, возможно расширение опционального потенциала контроллера.
* IM – модули интерфейсного типа, используются для подключения стоек расширения к контроллеру. Интерфейсные модули позволяют задействовать в системе локального ввода-вывода <32 модулей различного типа и вида.

5.6 Протоколы обмена данных

HART-протокол (Highway Addressable Remote Transducer - магистральный адресуемый удалённый преобразователь) является открытым стандартом на метод сетевого обмена, который включает в себя не только протокол взаимодействия устройств, но и требования к аппаратуре канала связи, поэтому устоявшийся термин «протокол», означающий алгоритм взаимодействия устройств, применён здесь не совсем корректно. HART находит применение для связи контроллера с датчиками и измерительными преобразователями, электромагнитными клапанами, локальными контроллерами, для связи с искробезопасным оборудованием.

UDP — User Datagram Protocol

Протокол, обеспечивающий передачу данных без предварительного создания соединения между ними. Этот протокол является ненадёжным. В нём пакеты могут не только не дойти, но и прийти не по порядку или вовсе продублироваться.

Основное преимущество UDP протокола заключается в скорости доставки данных. Именно поэтому чувствительные к сетевым задержкам приложения часто используют этот тип передачи данных.

Основные характеристики протокола UDP:

1. Протокол без соединения, без требований к открытию, поддержанию или прерыванию соединения
2. Не гарантирует доставку данных получателю
3. Отсутствие повторной передачи потерянных пакетов
4. Базовый механизм проверки ошибок. Использует вышестоящие протоколы для проверки целостности
5. UDP-пакеты с определенными границами; отправляются по отдельности и проверяются на целостность по прибытии

File Transfer Protocol, или протокол передачи файлов, — это протокол, относящийся к прикладному уровню и отвечающий за передачу данных между двумя системами. Как и протокол HTTP, он работает поверх протокола TCP. При передаче файлов FTP использует одновременно два TCP-канала: один из них отвечает за управление передачей данных, а второй — передает их.

Первоначально протокол FTP использовался как способ связи и обмена информацией между двумя физическими устройствами. Его могут использовать как компании, так и обычные пользователи для переноса данных с одной компьютерной системы на другую. Также протокол полезен в работе с веб-сайтами — для загрузки или выгрузки файлов с серверов.

5.7 Описание монтажной схемы (схема шкафа управления)

Шкаф управления двигателем оснащен плк Siemens Logo, который обеспечивает автоматизацию процесса управления двигателем. В шкафу установлены различные компоненты, такие как контакторы, реле перегрузки, кнопки и индикаторы, которые используются для управления и контроля двигателя.

Монтажная схема шкафа управления двигателем включает в себя следующие компоненты:

* Программируемый логический контроллер Siemens Logo, который обеспечивает управление двигателем и контроль его работы.
* Контакторы, которые используются для включения и выключения двигателя.
* Реле перегрузки, которые обеспечивают защиту двигателя от перегрузок и коротких замыканий.
* Кнопки и индикаторы, которые используются для управления и контроля двигателя.

Монтажная схема также включает в себя соединительные провода и клеммные блоки, которые обеспечивают правильное подключение компонентов в шкафу управления.

От источника питания в 380 В (50 Гц) подается питание на соединительные устройства, с которых уже уходят на шкаф управления. Шкаф управления подключается с программируемым логически контроллером (Siemens Logo) и с ПК оператора. Для соединения используется 3-х жильный кабель марки ВРГ 3х1,5. С программируемого контроллера управляющий сигнал проходит также через соединительные устройства на преобразователи, с которыми связаны исполнительный механизм (двигатель).

В результате использования ПЛК Siemens Logo и правильной монтажной схемы, шкаф управления двигателем обеспечивает эффективное управление двигателем и контроль его работы.

5.8 Организация монтажа, ремонта и обслуживания средств измерения и автоматизации.

**Трубные проводки**. Обеспечивают связь между отдельными элементами систем автоматического контроля, регулирования и управления производством. Трубной проводкой называют совокупность труб и трубных пневматических кабелей, соединительных и присоединительных устройств, арматуры, устройств защиты от внешних воздействий, крепежных и установочных узлов и деталей, собранных в цельную конструкцию, проложенную и закрепленную на элементах зданий и сооружений или на технологическом оборудовании.

По функциональному назначению трубные проводки можно разделить на импульсные, командные, питающие, дренажные, обогревающие, охлаждающие и вспомогательные.

Импульсной линией связи является трубная проводка, соединяющая отборное устройство с контрольно-измерительным прибором, датчиком или регулятором.

Командной линией связи называется трубная проводка, соединяющая между собой отдельные функциональные блоки автоматизации. Командные линии связи предназначены для передачи пневматических или гидравлических сигналов и команд от измерительных устройств к регуляторам, от них к исполнительным механизмам, от передающих блоков к приемным.

Питающие линии служат для подвода газа или жидкости (воды, масла) под давлением и для снабжения энергией пневматических и гидравлических систем автоматизации.

Обогревающие проводки применяют для подвода тепла к щитам, приборам, отборным устройствам, трубным проводкам с целью их обогрева.

Охлаждающие проводки предназначены для охлаждения датчиков, отборных устройств, исполнительных механизмов и других средств автоматизации, работающих в условиях высоких температур.

Вспомогательные проводки применяют для подвода инертных жидкостей или газов к импульсным линиям с целью предохранения отборных устройств от засорения, а измерительных приборов (например, расходомеров) – от действия агрессивных сред;

По расположению трубные проводки подразделяют на внутренние и наружные, на скрытые и открытые.

Внутренней называется трубная проводка или ее часть, проложенная внутри закрытого помещения.

Наружной называют трубную проводку или ее часть, проложенную по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами, а также по эстакадам и другим наружным сооружениям.

**Трубные проводки и пневмокабели**. Для трубных проводок к приборам и средствам автоматизации применяют следующие виды труб:

Стальные, водогазопроводные, неоцинкованные и оцинкованые обыкновенные и легкие с условным переходом 8; 15; 20; 25; 40; и 50мм.

Стальные бесшовные холодно-деформируемые наружным диаметром 8; 10; 14; 22мм.

Стальные бесшовные холодно-теплодеформируемы из коррозийной стойкой стали диаметром 8; 10; 14; 22мм.

Медные диаметром 6; 8; 10мм.

Алюминиевые диаметром 8 и 10мм.

Полиэтиленовые размером 6х1 и 8х16 диаметром 10; 12; 16; 20; 25мм.

Поливинилхлоридные размером 6х1; 9х2; 11х2 диаметром 8мм.

В промышленности выпускают пневмокабели с пластиковой оболочкой марки ТПО и бронированные стальными лентами марок ТПВБбГ и ТПББбГ. Также есть полиэтиленовые трубы обмотаны лентой из поливинилхлоридного пластика или кабели бумаги с защитным покровам типа БбГ и броней из стальных лент.

**Электрические проводки.** К приборам и средствам автоматизации называется совокупность проложенных и закрепленных на элементах зданий, сооружений или на технологическом оборудовании проводов и кабелей с относящимися к ним соединительными муфтами, концевыми заделками, соединительными и протяжными коробками.

Под кабелем понимаю одну изолированную жилу, заключенная в оболочку, поверх которой в зависимости от условия прокладки и эксплуатации может быть соответствующие защитное покрытие.

Провод состоит из одной неизолированной или одной изолированной жилы, неметаллическая оболочка, обмотка и оплетка волокнистыми материалами или проволокой.

Для электрических проводок к приборам и средствам автоматизации применяют установочные и термоэлектродные провода, силовые и контрольные кабели.

**Установочные провода**. При монтаже электрических проводок в основном применяют провода следующих марок:

ПР — провод установочный одножильный с медной жилой в резиновой изоляции, в оплётке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом;

АПР — то же, но с алюминиевой жилой;

ПРТО — провод установочный многожильный и одножильный с медными жилами и резиновой изоляции, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом;

АПРТО — то же, но с алюминиевой жилой;

ПРВ — провод установочный с медной жилой в резиновой изоляции с поливинилхлоридной оболочкой;

АПРВ — то же, но с алюминиевой жилой (ГОСТ 20520—80);

ПВ — провод установочный одножильный с медной жилой в поливинилхлоридной изоляции;

АПВ — то же. но с алюминиевой жилой;

ПГВ — провод установочный одножильный с гибкой медной жилой и поливинилхлоридной изоляции.

**Термоэлектродные кабели и провода**. Данные виды кабелей предназначены для удлинения электродов термопар и присоединения их к средствам измерения температуры, а также могут использоваться для изготовления преобразователей термоэлектрических (термопар).

Промышленность выпускает термоэлектродные провода следующих марок:

ПКВ — провод с поливинилхлоридной изоляцией и поливинилхлоридной оболочкой с сечением жилы 2,5 мм2; предназначен для прокладки в сырых и сухих помещениях и в местах, где возможно воздействие химических реагентов;

ПКГВ — провод гибкий с поливинилхлоридной изоляцией и поливинилхлоридной оболочкой с сечением жил 1; 1,5; 1,8 или 2,5 мм2; применяют в местах, где требуется повышенная гибкость

ПКВП — провод с поливинилхлоридной изоляцией и поливинилхлоридной оболочкой в оплетке из стальных проволок, экранированный, с сечснием жилы 1 мм, применяют для всех видов прокладки при необходимости экранирования.

Силовые кабели. При прокладке силовых линий применяют двух и трехжильные силовые кабели с резиновой изоляцией и с сечением медных жил 1; 1,5 и 2,5 мм2, а алюминиевых — 2,5 и 4 мм2. Кабели больших сечений применяют редко. Наиболее часто применяют силовые кабели следующих марок:

ВРГ — с медными жилами в поливинилхлоридной оболочке;

АВРГ — то же, с алюминиевыми жилами;

ВРБ — с медными жилами в поливинилхлоридной оболочке, бронированной двумя стальными лентами, с защитным наружным слоем;

АВРБ — то же, с алюминиевыми жилами;

НРГ — с медными жилами в резиновой (найритовой) негорючей оболочке;

АНГРГ — то же, с алюминиевыми жилами;

НРБ — с медными жилами в резиновой (найритовой) негорючей оболочке, бронированной двумя стальными лентами, с защитным наружным слоем;

АНРБ — то же, с алюминиевыми жилами.

Контрольные кабели. Предназначены для присоединения к электрическим приборам, аппаратам и средствам автоматизации с поминальным напряжением до 400 В переменного и 440 В постоянного тока. Контрольные кабели имеют от 4 до 37 жил сечением 0,75—6 мм2 (медные) и 2,5—10 мм2 (алюминиевые).

Резиновая: КРВГ; АКРВГ; КРВБ; АКРВБ.

Поливинилхлоридная: КВВГ; АКВВГ; КВВБ; АКВВБ.

Полиэтиленовая: КПВГ; АКПВГ; КПВБ; АКПВБ.

**Кабели управления** — это кабели, которые применяются для создания цепей информации, сигнализации и связи. Также эти кабели используются для создания цепей контроля и управления в разных электрических установках и соединении между приборами. Кабель управления имеет изоляцию и оболочку из резины или пластика.

Кабель управления с полиэтиленовой изоляцией — это кабели КПВ, КУПР, КУПР-П, КУПВ, КУПВ-П, КУПЭВ и КУПЭВ-П. Они используются в температурных условиях от -50 до +70 градусов. Кабели управления с изоляцией из пластиката это кабели КГВВ, КУГВВ, КУГВВЭ и КУГВЭВ. Они применяются в условиях не ниже 40 градусов и не больше 50-60 градусов.

**Волоконно-оптическая линия передачи (ВОСП)**. Волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) — волоконно-оптическая система, состоящая из пассивных и активных элементов, предназначенная для передачи информации в оптическом диапазоне.

Преимущества ВОСП. Волоконно-оптические линии обладают рядом преимуществ перед проводными (медными) и радиорелейными системами связи:

* Малое затухание сигнала (0,15 дБ/км в третьем окне прозрачности) позволяет передавать информацию на значительно большее расстояние без использования усилителей. Усилители в ВОЛП могут ставиться через 40, 80 и 120 километров, в зависимости от класса оконечного оборудования.
* Высокая пропускная способность оптического волокна позволяет передавать информацию на высокой скорости, недостижимой для других систем связи.
* Высокая надёжность оптической среды: оптические волокна не окисляются, не намокают, не подвержены слабому электромагнитному воздействию.
* Информационная безопасность — информация по оптическому волокну передаётся «из точки в точку».
* Высокая защищённость от межволоконных влияний — уровень экранирования излучения более 100 дБ. Излучение в одном волокне совершенно не влияет на сигнал в соседнем волокне.
* Пожаро- и взрывобезопасность при изменении физических и химических параметров

Малые габариты и масса.

Недостатки ВОСП. Относительная хрупкость оптического волокна. При сильном изгибании кабеля (особенно, если в качестве силового элемента используется стеклопластиковый пруток) возможна поломка волокон или их замутнение из-за возникновения микротрещин. Сложность соединения в случае разрыва. Сложная технология изготовления как самого волокна, так и компонентов ВОСП. Сложность преобразования сигнала (в интерфейсном оборудовании). Относительная дороговизна оптического оконечного оборудования. Однако, оборудование является дорогим в абсолютных цифрах. Соотношение цены и пропускной способности для ВОСП лучше, чем для других систем. Замутнение волокна с течением времени вследствие старения.

Применение ВОСП. Достоинства волоконно-оптических линий обусловило их широкое применение в телекоммуникационных сетях самых разных уровней — от межконтинентальных магистралей до корпоративных и домашних компьютерных сетей.

Монтаж ВОСП Оптический кабель для линий связи может быть уложен следующим образом:

* В кабельную канализацию или кабельный коллектор;
* Непосредственно в грунт — в предварительно подготовленную траншею или с использованием кабелеукладчика;
* Подвес кабеля — воздушная линия связи.

Для каждого случая изготавливаются специальные кабели, отличающиеся типом оболочки, брони, допустимым растягивающим усилием и другими параметрами.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХ.ПРОЦЕССА

Помещение находится на первом этаже трехэтажного здания, общая площадь 99 м2 помещения, окна с двойным остекленеем, что способствует улучшению естественной вентиляции и предотвращает проникновение влаги.

Оптимальная температура 20 + С.

Влажность 55 ± 5 %.

Атмосферное давление 760 ± 50 мм. рт. ст.

К работе допускаются люди, изучившие инструкцию по эксплуатации установки и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Оптимальные нормы при холодном и переходном периоде года и легкой категории работ:

температура *t* = 20 - 25°С относительная влажность *j* = 40-60%,

в теплый период: *t* = 25 °С, *j* = 40 - 60%

Освещение помещения пункта управления

Помещение помещения пункта управления имеет размеры:

длина – 11 м;

ширина – 9 м;

высота - 3,6 м.

Освещение боковое, одностороннее, остекление вертикальное, рамы пластиковые.

Определим необходимую площадь световых проемов:

**,** (6.1)

где *S*0 - площадь окон;

*Sn* - площадь пола 11×9= 99 м2;

τ1=3 – коэффициент учета отражения света при боковом освещении;

*L*н - нормативный коэффициент естественного освещения (КЕО), определяемый по формуле:

, (6.2)

Здесь *L*- значение КЕО в % при рассеянном свете, определяемое с учетом характера зрительных работ;

*m* = 1 - коэффициент светового климата;

с = 1 - коэффициент солнечного климата;

 = 9,5 - световые характеристики окна;

Кз =1 - коэффициент, учитывающий затемнение окон;

 - общий коэффициент светопропускания

Где  = 0,8 - зависит от вида светопропускающего материала;

 = 0,6 - зависит от вида проема;

 = 0,7 - зависит от степени загрязнения светопропускающего материала;

 = 0,8 - зависит от несущих конструкций.



Площадь окон

.

Для естественного освещения необходимо 7 окон размером 3 м2, в этом случае общая площадь световых проемов составит 21 м2.

Расчет искусственного освещения.

Используются потолочно-люминисцентные светильники на высоте 3.6м

Индекс помещения:

, (6.3)

Требуемое количество ламп:

, (6.4)

Принимаем освещенность *E*=600 лк - нормативное значение освещенности по СНиП 23.05-95

*Sn* - площадь помещения 99 м2;

*k* = 1,5 - коэффициент запаса, учитывающий старение ламп.

Для рассчитанного индекса *i* коэффициент использования светового потока = 0,5.

Отношение средней освещенности к минимальной:

.

Светильники типа ЛПО 0,1-1, лампа ЛБ-36-0,001, световой поток ламп Ф=5000 лк



Количество светильников в помещении пункта управления 40 шт.

Отопление.

В соответствии со СНиП 2.04.05-91 системы отопления необходимо предусматривать в зданиях, расположенных с наружной зимней четной температурой по параметрам Б ниже 5°С. Для отопления предусматриваются водные, паровые или воздушные системы.

Электробезопасность. В соответствии с ПУЭ помещение пункта управления относится к классу - без повышенной опасности (сухие, беспыльные помещения с нормальной температурой воздуха и изолирующими деревянными полами).

Товарный продукт в емкостях склада готовой продукции хранится под азотной подушкой.

Вентиляционные выбросы от местных отсосов очищаются в специальном скруббере, орошаемом водой.

Вентиляционные выбросы от вытяжных вентсистем производятся через стояк высотой 20 м.

7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Данные о работе предприятия за два смежных года

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | 1 | 2 |
| 1. Производство продукции в натуральном выражении, шт.  продукция А  продукция Б  продукция В  продукция Г | 1900  1500  1320  2700 | 1940  1600  1400  2200 |
| 2. Оптовая цена единицы, руб.  продукция А  продукция Б  продукция В  продукция Г | 13820  14300  16320  18300 | 15540  15100  16620  17300 |
| 3. Объем полуфабрикатов собственного производства, тыс. руб., из них реализованных на сторону‚ % | 70000  53 | 710  49 |
| 4. Услуги производственного характера, тыс. руб. | 760000 | 765000 |
| 5. Остатки незавершенного производства, тыс. руб.  на начало года  на конец года. | 660000  665000 | 665000  59000 |
| 6. Стоимость сырья и материалов заказчика, тыс. руб. | 35000 | 33000 |
| 7. Остаток нереализованной продукции, тыс. руб.  на начало года  на конец года | 610000  590000 | 590000  81000 |
| 8. Материальные затраты на производство продукции, тыс. руб. | 22000 | 21000 |
| 9. Затраты на оплату труда, тыс. руб. | 3020 | 3000 |
| 10. Амортизация основных фондов, тыс. руб. | 3020 | 3000 |
| 11. Прочие затраты, тыс. руб. | 1590 | 1700 |
| 12. Доходы предприятия от долгосрочных финансовых вложений, тыс. руб. | 60000 | 62000 |
| 13. Доходы от сдачи имущества в аренду, тыс. руб. | 22000 | - |
| 14. Убыток прошлых лет, выявленный в отчетном году, тыс. руб. | 44000 | - |
| 15. Прибыль прошлых лет, выявленная в отчетном году, тыс. руб. | - | 44000 |
| 16. Доходы от до оценки товаров, тыс. руб. | - | 35000 |
| 17. Судебные издержки предприятия, тыс. руб. | - | 6000 |
| 18. Стоимость основных фондов на начало года по первоначальной стоимости износ. | 680700  22680 | - |
| 19. Удельный вес оборудования в стоимости основных фондов, % | 79 | 80 |
| 20. Стоимость поступивших в течение года основных фондов, тыс. руб. в том числе износ | 86000  17000 | 87000  17000 |
| 21. Стоимость выбывших в течение года основных фондов, тыс. руб. в том числе износ | 45000  13000 | 46000  13000 |
| 22. Сумма оборотных средств предприятия, тыс. руб.  на начало года  на конец года | 41000  42000 | 44000  43000 |
| 23. Численность рабочих предприятия, чел. | 450 | 440 |

* 1. Расчет стоимостных показателей произведенной продукции и финансовых результатов деятельности предприятия

Товарная продукция (ТП) - это продукция, изготовленная в течение определенного времени и предназначенная для реализации за пределами предприятия (готовые изделия, созданные главными, вспомогательными и побочными цехами). Отличается от валовой продукции тем, что в нее не включаются остатки незавершенного производства и внутрихозяйственный оборот. Рассчитывается по формуле:

Где – объем готовой продукции, предназначенной для реализации заказчикам,

Q­г ­стр – объем готовой продукции, предназначенной для собственного капитального строительства,

Q­пф ­реал – объем полуфабрикатов собственного производства предназначенных для реализации,

Q­раб - объём работ и услуг производственного характера, выполненных по заказу потребителей.

Валовая продукция (ВП) - это стоимость всей произведенной продукции и выполненных работ, включая незавершенное производство. Рассчитывается по формуле:

Где НПН и НПК - соответствующая стоимость незавершенного производства на начало и на конец отчетного периода,

Мзак - стоимость сырья и материалов заказчика.

Чистая продукция (ЧП) рассчитывается по формуле:

Где Мзатр – материальные и приравненные к ним затраты.

Реализованная продукция (РП) - это часть произведенной продукции, которая продана, обменяна или поставлена потребителю в кредит. Включает готовую продукцию, полуфабрикаты, работы на заказ, ремонт. оборудования, транспортных средств, сооружений. Реализованная продукция определяется по отгрузке покупателю или по оплате.

Реализованная продукция рассчитывается по формуле:

Где НРН­ и НРк – соответственно стоимость нереализованной продукции на начало и наконец года.

Прибыль - это часть чистого дохода, который получают субъекты хозяйствования после реализации продукции.

Система финансовых результатов предусматривает расчет прибыли (убытка) от основной. деятельности, балансовой и чистой прибыли.

Прибыль от основной деятельности рассчитывается по формуле:

Где С – затраты на производство и реализацию продукции (себестоимость).

Балансовая прибыль включает финансовые результаты от реализации продукции, работ и услуг, от прочей реализации, доходы и расходы от вне реализационных операций. Рассчитывается по формуле:

Где Ддр – доходы (убытки) от другой реализации,

Рвр - не реализационные результаты (прибыль +, убыток -) включают:

Чистая прибыль (ПЧ) - это прибыль после уплаты — налогов, экономических санкций и отчислений в благотворительные. фонды.

Рассчитывается по формуле:

Где Н­пр - налог на прибыль (базисная ставка- 30% от балансовой прибыли).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | 1г | 2г | Изменения | |
| Абсолютное | Относительное |
| 1. Товарное производство, тыс. руб. | 915760,4 | 880983,5 | (34776,9) | 0,96 |
| 2. Валовая производство, тыс. руб. | 969860,4 | 1508331,4 | 538471 | 1,56 |
| 3. Чистое производство, тыс. руб. | 893760,4 | 859983,5 | (33776,9) | 0,96 |
| 4. Реализованная продукция, тыс. руб. | 935760,4 | 1389983,5 | 454223,1 | 1,49 |
| 5. Прибыль от основной деятельности, тыс. руб. | 907720,4 | 1362983,5 | 455263,1 | 1,5 |
| 6. Балансовая прибыль, тыс. руб. | 1027720,4 | 1522983,5 | 495263,1 | 1,48 |
| 7. Чистая прибыль, тыс. руб. | 719404,28 | 1066088,45 | 346684,17 | 1,48 |

На основе рассчитанных показателей можно сделать соответствующие выводы: товарное и чистое производство компании сократилась на 4 %, при этом валовая производство выросло на 56%. В общем реализованная продукция выросла на целых 49% и прибыль от основной деятельности, также выросла на 50%. Балансовая прибыль компании увеличилась на 48%, чистая прибыль организации выросла на целых 48%, чем в предыдущий период.

7.2 Оценка экономической эффективности использования капитала предприятия

Эффективность работы предприятия обычно выражается в виде отношения стоимости реализованной продукции (РП) к затратам на ее производство (С):

А в качестве основного показателя экономической эффективности текущего изделия (потреблённые ресурсы) можно использовать показатель затрат на 1 руб. реализованной продукции:

В качестве факторов, влияющих на уровень и динамику общего показателя изделия, выделяют эффективность использования живого труда (ЖТ), средств труда (СТ), предметов труда (ПТ), а также прочих расходов (ПР):

где Т - количество затрачиваемого живого труда.

Произведение ft называется оплатоёмкостью единицы продукции. Дробь СТ/РП является показателем затрат на амортизацию основных. фондов, приходящуюся на единицу продукции и тоже может быть представлена в виде произведения сомножителей

где Фе - фондоемкость продукции;

А - средняя норма амортизации основных фондов.

где ОФ - стоимость основных фондов.

Произведение, аФе — называется амортизациоемкостью — единицы продукции.

ПТ/РП - материалоемкость единицы продукции - m,

Величина ПТ - стоимость потребленных в процессе производства материальных ресурсов.

ПР/РП - услугоемкость единицы продукции - у, так как величина ПР включает затраты, связанные с оплатой услуг сторонних организаций разного профиля (банков, связей и так далее).

Таким образом, модель обобщенных показателей экономической эффективности деятельности фирмы принимает вид:

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Символ | Ед. измер. | Периоды | | Изменения | |
| Базисный | Отчетный | Абсолютное | Относительное |
| 1. Стоимость реализации | РП | тыс. руб. | 935760,4 | 1389983,5 | 454223,1 | 1,49 |
| 2. Численность работников предприятия | Т | Чел | 450 | 440 | (10) | 0,98 |
| 3. Стоимость основных фондов | ОФ | тыс. руб. | 721700 | 41000 | (680700) | 0,06 |
| 4. Сумма затрат на производство и реализацию. | С | тыс. руб. | 28040 | 27000 | (1040) | 0,96 |
| 5. Затраты на оплату труда | ЖТ | тыс. руб. | 3020 | 3000 | (20) | 0,99 |
| 6. Амортизация | СТ | тыс. руб. | 3020 | 3000 | (20) | 0,99 |
| 7. Использование предметов труда. | ПТ | тыс. руб. | 3020 | 3000 | (20) | 0,99 |
| 8. Прочие расходы | ПР | тыс. руб. | 1590 | 1700 | 110 | 1,07 |
| 9. Затраты на 1 руб. реализованной продукции | Э | коп. | 0,03 | 0,02 | (0,01) | 0,6667 |
| 10. Оплатоемкость | ЖТ/РП | коп. | 0,0032 | 0,0022 | (0,001) | 0,6875 |
| 11. Амортизация | СТ/РП | коп. | 0,0032 | 0,0022 | (0,001) | 0,6875 |
| 12. Материалоемкость | ПТ/РП | коп. | 0,0032 | 0,0022 | (0,001) | 0,6875 |
| 13. Услугоемкость | ПР/РП | коп. | 16,99 | 12,23 | (4,76) | 0,7198 |

Таблица 2.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Символ | Периоды | | Изменения | |
| Базисный | Отчетный | Абсолютное | Относительное |
| 1. Затраты на единицу труда | f | 6,71 | 6,81 | 0,1 | 1,0149 |
| 2.Трудоемкость единице реализованной продукции чел. тыс. руб. | t | 4,81 | 3,17 | (1,64) | 0,659 |
| 3. Оплатоемкость тыс. руб. | ft | 0,0017 | 0,0012 | (0,0005) | 0,70588235 |
| 4. Средняя норма амортизации % | А | 0,0042 | 0,073 | 0,0688 | 17,3809524 |
| 5. Фондоемкость тыс. руб. | Фе | 0,77 | 0,03 | (0,74) | 0,039 |
| 6. Амортизациоемкость тыс. руб. | аФе | 0,003 | 0,002 | (0,001) | 0,666667 |

На основе рассчитанных показателей можно сделать следующие выводы: в совокупности, стоимость производства продукции возросло на 49%, чем в предыдущий период. Количество сотрудников на предприятие, уменьшилась на 10 человек. Сумма затрат на производство и реализацию уменьшилась на 4%. Затраты на оплату труда, амортизацию и использование предметов труда уменьшились на 1%, а остальные расходы увеличились на 7%. Затраты на 1 руб реализованной продукции сократились на 0,337 коп. Оплатоемкость, амортизация и материалоемкость, также уменьшились на 33%, услугоемкость на 28%.

Затраты на единицу труда увеличились на 2%, а трудоемкость единицы реализованной продукции уменьшилась на 34%. Средняя норма амортизации выросла на 17,4%, фондоемкость уменьшилась на 0,74 тыс. руб. и амортизациоемкость уменьшилась на 33%.

7.3 Оценка движения, состояния и эффективности использования основных фондов предприятия

Основные фонды отражаются на балансе предприятия на начало и конец, отчетного периода. В течение года происходит движение основных фондов в связи с поступлением и выбытием.

Стоимость основных фондов на конец периода определяется по формуле:

где Офнг - стоимость основных фондов на начало года;

Офност - стоимость поступивших основных фондов;

Офвыб - стоимость выбывших основных фондов;

Среднегодовая стоимость основных фондов:

По данным о наличии, движении и износе основных фондов рассчитывают показатели, которые имеют важное значение для оценки производственного потенциала. К ним относятся показатели движения и состояния:

a) Коэффициент поступления (Кпост) определяет отношение стоимости вновь поступивших основных фондов. к стоимости основных фондов. на конец отчетного периода.

b) Коэффициент выбытия (Квыб) определяет отношение стоимости всех выбывших основных фондов к стоимости основных фондов на начало отчетного периода.

c) Коэффициент интенсивности обновления (Кин)

Наряду с показателями движения основных фондов необходимо определить показатели, характеризующие состояние основных фондов, а, следовательно, возможность увеличения объема, качества, спроса продукции и прибыли. К ним относятся следующие показатели:

1. Коэффициент износа (К) характеризует долю изношенной части основных фондов в общей стоимости основных фондов

где U - среднегодовая сумма износа

b) Коэффициент годности (К) характеризует неизношенную часть основных фондов

Показатели использования основных фондов:

а) Фондоотдача (Фо) - стоимостной показатель, отражающий

эффективность использования основных фондов, его вычисляют как

отношение стоимости произведенной продукции (работ, услуг) к

среднегодовой стоимости основных фондов

1. Фондоемкость (Фе) - показатель, обратный фондоотдаче
2. Рентабельность основных фондов. (Ро) - частное от деления прибыли от основной деятельности на среднегодовую стоимость основных фондов. Факторный анализ изменения объема выпускаемой продукции Q:

За счет изменения среднегодовой стоимости основных фондов (Фо = РП/СПОФ)

За счет изменения эффективности использования основных фондов ДО

и, соответственно,

Расчет вышеописанных коэффициентов позволяет сделать следующие выводы:

* Балансовая стоимость основных фондов: 41000 тыс. руб.
* Коэффициент поступления в отчетном: 2,122
* Коэффициент выбытия: 0,53
* Коэффициент износа: 0,371
* Показатель фондоемкость: 0,03
* Рентабельность основных фондов: 19997994 тыс. руб.

7.4 Оценка эффективности использования оборотных средств предприятия

Эффективность использования оборотных средств находиться с помощью следующих показателей:

1) Коэффициент закрепления оборотных средств (К­з) характеризует сумму среднего остатка оборотного капитала, приходящегося на один рубль выручки от реализации

Кз = Обс/Рп, где

Обс – среднегодовая сумма оборотных средств предприятия.

2) Коэффициент оборачиваемости оборотных средств (Коб); под оборачиваемостью оборотных средств понимается средств понимается продолжительность последовательного прохождения средствами отдельных стадий производства и обращения. Коэффициент оборачиваемости характеризует количество оборотных, совершенных данной величиной оборотных средств за период.

Рассчитывается как отношение объема выручки от реализации к средней стоимости оборотных средств:

3) Продолжительность одного оборота оборотных средств (Тобс) показывает продолжительность одного оборота в днях.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Символ | Периоды | | Изменения | |
| Базисный | Отчетный | Абсолютное | Относительное |
| Коэффициент закрепления | К3 | 0,044 | 0,031 | (0,013) | 0,704545 |
| Коэффициент оборачиваемости оборотных средств | Коб | 22,72 | 32,26 | 9,54 | 1,4199 |
| Продолжительность одного оборота | Тобс | 15,85 | 11,16 | (4,69) | 0,7041 |

На основе рассчитанных показателей можно сделать следующие выводы: коэффициент закрепления оборотных средств уменьшилось на 30%, а коэффициент оборачиваемости оборотных средств увеличилось на 42%. Продолжительность одного оборота, также сократилась на 30%.

# ВЫВОДЫ

Целью дипломного проекта является автоматизация технологического узла получения пропилена из пропан-пропиленовой фракции.

Выполнил основные задачи дипломного проекта:

1. Описал свойства технологического процесса, выбрать регулируемые параметры и регулирующие воздействия.
2. Разработал функциональную схему автоматизации на базе программно-технических средств автоматизация технологического узла получения пропилена из пропан-пропиленовой фракции.
3. Составил спецификацию КИПиА.
4. Описал монтаж КИПиА.
5. Разработал схемы: ФСА.

В рамках дипломного проекта были описаны свойства технологического процесса, выбраны регулируемые параметры и регулирующие воздействия. Это позволит более эффективно управлять процессом производства пропилена из пропан-пропиленовой фракции.

Также была разработана функциональная схема автоматизации, которая поможет автоматизировать технологический узел и повысить эффективность производства. Была составлена спецификация КИПиА, которая определит требования к системе контроля и управления процессом производства и обеспечит ее более эффективную работу. Описание монтажа КИПиА позволит более точно определить требования к оборудованию и расположению элементов системы контроля и управления, что повысит эффективность работы системы. Наконец, разработанные схемы ФСА позволят более эффективно управлять процессом производства и повысить качество продукции.

В итоге выполненные задачи сделают производство пропилена из пропан-пропиленовой фракции более эффективным, снизят количество ошибок и брака и повысят качество продукции.

# список литературы

1. /Электронный ресурс/ Клочкова, Е. Н. Экономика организации; учебник для СПО / Е. Н. Клочкова, В. И. Кузнецов, Т. Е. Платонова; под ред. В. Н. Клочковой. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 447 с.
2. /Электронный ресурс/ Барышникова, Н. А. Экономика организации: учебное пособие для СПО / Н. А. Барышникова, Т. А. Матеуш, М. Г. Миронов. — 2 = изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 191 с. — (Серия: Профессиональное образование).
3. Техническая документация № 65-76-Т-8 по обслуживанию установки получения пропилена цеха компримирования и разделения пирогаза 65-76 производства этилена пропилена IV очереди.
4. Интернет источник. Электропневматического позиционера ППМ-200. <https://www.tizpribors.ru/PPM-200.html>
5. СНиП Ш-4-80. Техника безопасности в строительстве. - М.: Стройиздат, 1982.- 255 с.
6. ГОСТ 21.404–85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
7. ГОСТ 2.701–84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению: Справ. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 315 с.
8. ГОСТ 2.721–74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 86 с.
9. Дятлова Е.П., Сафонова М.Р. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами ЦБП: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГТУРП, 1999. – 51 с.
10. Техническая документация Датчика расхода Rosemount 8700 Dy-450. Издатель Промышленная группа «Метран», 2019 г. – 6 с.
11. Интернет источник. системы автоматического контроля, управления и регулирования. https://electricalschool.info/automation/1482-sistemy-avtomatiki-sistemy.html
12. Техническая документация редукционного клапана RP810 «Регулирующая арматура». «Mankenberg», 2017 г. – 116 с.
13. Техническая документация датчика температуры Метран-271. Издательство Промышленная группа «Метран», 2022 г. – 279 с.
14. Техническая документация датчика давления Метран-150. Издательство Промышленная группа «Метран», 2022 г. – 180 с.
15. Н. В. Лазарев, Вредные вещества в промышленности: Том 1. Органические вещества. Справочник для химиков, инженеров и врачей / Н. В. Лазарев – М.: Книга по Требованию, 2013. – 590 с
16. [Бобков А.С., Блинов А.А. и др. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности](https://www.studmed.ru/bobkov-a-s-blinov-a-a-i-dr-ohrana-truda-i-ekologicheskaya-bezopasnost-v-himicheskoy-promyshlennosti_7926c293ad2.html)  — Учебник для вузов. 2-е изд. — М.: Химия, 1998. — 400 с.
17. [Борщев В.Я., Кормильцин Г.С. и др. Основы безопасной эксплуатации технологического оборудования химических производств](https://www.studmed.ru/borschev-v-ya-kormilcin-g-s-i-dr-osnovy-bezopasnoy-ekspluatacii-tehnologicheskogo-oborudovaniya-himicheskih-proizvodstv_9c4d28b1261.html) – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2011. – 188 с.
18. Шински Ф. Системы автоматического регулирования химико-технологических процессов Пер. с англ. под ред. Н. И. Гельперина. М., "Химия",
19. Интернет источник. Шкаф управления двигателем (насоса). https://inomix.ru/skaf-upravlenia-nasosami-vidy-naznacenie-shemy-podklucenia/
20. Интернет источник. Шкафы управления электрообогревном трубопроводов и резервуаров. https://obogrev-kabel.ru/shkafy-upravleniya-truboprovody-rezervuary