**Содержание**

Введение

1 Характеристика объекта автоматизации

2 Анализ технологического процесса и выбор контролируемых и регулируемых параметров

3 Выбор технических средств автоматизации

4 Описание схемы автоматизации

Заключение

Список используемой литературы

**Введение**

Качество и состав охмеленного пивного сусла – определяющие факторы процесса брожения, важные аспекты формирования крепости получаемого напитка, его цвета, вкуса, пищевой ценности, а также таких технологических характеристик как фильтруемость, коллоидная и биологическая стойкость пива. Несоответствие режимных параметров нормативным значениям на данном этапе влечет за собой увеличение длительности последующих стадий, вызывает перерасход материалов и энергии, потому и возникает необходимость организации контроля и создания систем предотвращения сбоев, а также внедрения средств немедленного и отсроченного реагирования.

Низкая производительность ручного труда и невозможность комплексного отслеживания человеком значений технологических параметров при получении охмеленного сусла без использования дополнительных средств, а также сложность осуществления оперативного управления процессом, устранимы путем внедрения систем автоматизации. Применение средств автоматизированного контроля и управления – от датчиков и преобразователей до микропроцессорных контроллеров и ЭВМ – позволит создать мощную систему обеспечения качества промежуточной и готовой продукции, обеспечить соблюдение требований безопасности.

Общая задача автоматизации производства охмеленного сусла, решаемая в рамках данной работы, – создание гибкой системы контроля и управления технологическими параметрами для получения наилучшего выхода полупродукта с оптимальным для дальнейших стадий набором свойств, рациональное распределение материальных и энергетических потоков.

В курсовой работе рассматриваемый этап производства пива характеризуется как объект автоматизации, на основании анализа техпроцесса оцениваются базисные параметры, подлежащие контролю и регулированию. Проводится выбор конкретных средств автоматизации, составляется ее функциональная схема.

**1 Характеристика объекта автоматизации**

**автоматизация производство сусло управление технологический**

Технологический процесс получения охмеленного пивного сусла включает в себя фильтрование затора, кипячение отфильтрованного сусла с хмелем, отделение хмелевой дробины и охлаждение охмеленного пивного сусла.

Фильтрационный чан – цилиндрический сосуд из нержавеющей стали с конической крышкой и плоским двойным дном, снабженный мешалкой-рыхлителем и теплоизоляцией, – предназначен для разделения затора на осветленное сусло и дробину, а также промывки дробины теплой водой с целью организации диффузии остаточного экстракта из отработанного солода. Фильтрчан сблокирован с расширительным баком, через который происходит откачка светлого сусла и промывных вод в варочный котел, а также возврат мутного сусла в чан для осветления.

## Осахаренный затор, нагретый до 78 оС, подается из заторного котла в фильтрационный чан снизу (для вытеснения воздуха) течение 10 минут. Перекаченный на фильтрование затор остается в покое для осаждения дробины слоем высотой 30 – 45 см (фильтрационная пауза) на двойном днище; для разравнивания дробины включается рыхлитель. Затем происходит трехкратная прокачка мутного сусла из нижних слоев через расширительный бак и возврат в фильтрчан (работа «на себя»). Далее открывается клапан и включается центробежный насос – осуществляется фильтрация затора с получением первого сусла. Откачка идет снизу аппарата через расширительный бак.

## Далее следует трехкратное фильтрование с промывными водами до концентрации сухих веществ в последней промывной воде 2,5% масс. Ножи рыхлителя прорезают дробину при комбинированном вращательном и поступательном (опускание рыхлителя на высоту до 10 – 15 см над уровнем фильтрующей решетки) движении механизма. После стекания последней промывной воды посредством грузового клапана осуществляется выгрузка дробины вторым насосом.

Нарушение процесса фильтрования может быть связано с высоким содержанием декстринов (повышенная вязкость сусла) как следствия несоответствия нормативам времени выдержки и температур ферментативных пауз при осахаривании в заторном котле, кроме того, начальная температура фильтрования может превысить 780С по указанным выше причинам. Плохая фильтруемость может быть также следствием повышенного фильтрационного сопротивления дробины как следствия недостаточно интенсивного и несвоевременного рыхления.

Пивное сусло, собранное в сусловарочном аппарате, подогревается, находясь в трубках кожухотрубчатого перколятора после полного заполнения котла до температуры 1000С. Нагретое до 1000С сусло начинает закипать, после чего вносится первая порция хмеля – 90% расчетной массы. Конденсат греющего пара выводится из аппарата. Слои сусла с наименьшей температурой отводятся из нижней части аппарата центробежным насосом и через разбрызгиватель возвращаются в котел по стенкам, обеспечивая равномерный нагрев и кипячение на протяжении всей варки. Кипячение с первым хмелем длится 50 минут. Затем вносится вторая порция хмеля – 10% суммарной массы, с которой сусло кипятится еще 20 мин. Выпаривание сусла длится 5 минут, после чего полупродукт выдерживается еще 10 минут (пауза для коагуляции). Далее идет перекачка сусла центробежным насосом на осветление

Во время кипячения протекает экстракция суслом хмелевых веществ, коагуляция белково-дубильных комплексов, образованных при взаимодействии азотистых соединений сусла с полифенолами хмеля, ароматизация эфирными маслами, осуществляется изомеризация горьких кислот из лупулиновых зерен, меланоидинообразование, стерилизация сусла, испарение (концентрирование), инактивация ферментов.

Несоответствие параметров пара и времени пребывания в котле 70 – 90 мин требуемым вызывает отклонение режима процесса от оптимального.

Осветление и частичное охлаждение охмеленного сусла происходят в гидроциклонном аппарате (вирпуле). Аппарат служит для осветления и частичного охлаждения охмеленного сусла. Гидроциклонный аппарат имеет плоское днище, коническую крышку, вытяжную трубу для испаряющегося сусла, патрубок ввода, в нижней части располагаются патрубки выпуска осветленного сусла и осадка. За счет действия центростремительной силы, возникающей при подаче продукта под углом 300 к касательной вдоль боковой поверхности аппарата, двухфазная система разделяется, в результате чего в центре вирпула образуется осадочный конус. Образование его происходит при пятнадцатиминутном выдерживании сусла в вирпуле. Из вирпула сусло центробежным насосом перекачивается на окончательное охлаждение.

Недостаточная выдержка сусла в гидроциклонном аппарате может привести к неполному очищению сусла от хмелевой дробины. Осаждаясь на дрожжах, она может отрицательно повлиять на жизнедеятельность дрожжей и тем самым на ход сбраживания сусла, а также на коллоидную стойкость готового пива. Размер взвесей составляет в среднем 30 – 80 мкм.

Охлаждение осветленного сусла до температуры начала брожения идет в двухступенчатом пластинчатом охладителе:

- в первой секции – холодной водой от 95 до 300С;

- во второй секции – гликолем от 30 до 110С.

Целью охлаждения сусла являются понижение температуры до температуры главного брожения.

**2 Анализ технологического процесса и выбор контролируемых и регулируемых параметров**

С точки зрения применения систем автоматизации рассматриваемая технологическая стадия производства пива требует контроля и управления следующими параметрами, определяющими ход приготовления охмеленного сусла:

1) термическим режимом воздействия на затор при фильтровании как фактором, позволяющим достичь удаление побочных продуктов затирания солода с водой и осветления сусла перед кипячением;

2) температурным режимом варки сусла с хмелем как фактором биологической стабилизации и условием получения полупродукта заданной концентрации с наилучшими органолептическими и физико-химическими свойствами;

3) температурным режимом охлаждения горячего охмеленного сусла как фактором, влияющим на жизнедеятельность дрожжей при брожении;

4) уровнем сред в основных технологических реакторах данной стадии пивоваренного производства, как аспекта технологически эффективного и экономически обоснованного потребления сырьевых ресурсов, а также соблюдения норм безопасности при работе персонала с термически агрессивными средами (фактор исключения переполнения емкостей) и защиты аппаратов от тепловых деформаций (при неполном заполнении котлов перед началом нагрева);

5) временем теплового и механического воздействия на сырьевые потоки, а также полупродукты, как фактора наиболее глубокого и полного проведения требуемых технологией физических операций и физико-химических превращений.

Процесс получения охмеленного пивного сусла начинается с заполнения фильтра чана затором. Важным условием процесса фильтрования является температура (не выше 78°С). Она влияет на скорость фильтрования. При повышении температуры инактивируется α-амилаза, кроме того, при этом увеличивается растворимость продуктов гидролиза белка, полифенольных и других веществ, что влияет на стойкость пива. Перекаченный на фильтрование затор остается в покое для осаждения дробины слоем 30-45 см (фильтрационная пауза) на двойном днище, что фиксируется по уровню дробины. Четырехкратное (по 30 с) откачивание темного сусла через расширительный бак обратно в фильтрчан целесообразно осуществлять по временной программе. Рыхлитель необходимо включать и изменять положение его ножей по вертикали для снижения фильтрационного давления, которое измеряется по разности уровней сусла в аппарате и в расширительном баке. Работа рыхлителя регулируется путем установки аппаратуры для ручного воздействия на электродвигатель. Контроль обработки дробины промывными водами ведется с помощью регулирования подачи промывных вод. Качество обработки дробины влияет на выходное значение экстрактивности охмеленного сусла.

Процесс кипячения сусла с хмелем начинается при 100°С, так как при этой температуре инактивируются сохранившиеся в сусле ферменты, которые способствуют протеканию в нем неконтролируемых изменений. Температурный режим поддерживается за счет регулирования расхода греющего пара, подаваемого в перколятор. Так как в аппарате отсутствует мешалка, то контроль времени циркуляции сусла осуществляется запрограммированным открытием выпускного клапана и своевременным переключением на контур освобождения сусловарочного аппарата по истечении времени кипячения, коагуляции и выпаривания. Оптимизируется выход экстракта.

В процессе осветления необходимо контролировать время заполнения (20 мин) и выдержки сусла в аппарате (не менее 15 мин). Контроль осуществляется по временной программе, с использованием датчика уровня сусла. Выгрузка хмелевой дробины осуществляется путем открытия клапана до сигнализации о нижнем уровне дробины в гидроциклонном аппарате.

Так как в пластинчатом теплообменнике сусло охлаждается до начальной температуры брожения, от которой зависит дальнейшее протекание этого процесса, то особое внимание следует уделить регулированию температуры. Это осуществляется за счет регулирования расхода холодной воды и гликоля.

На основании анализа указанных требований и особенностей технологии приготовления охмеленного сусла, а также условий эксплуатации оборудования и для решения вопросов техники безопасности составляется технологическая карта параметров. Она приведена в таблице 1.

## Таблица 1 – Технологическая карта параметров техпроцесса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Аппарат | Измеряемый параметр | | | Функции системы автоматизации |
| Наименование и единица измерения | Номинальное значение | Предельные значения |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Фильтрационный чан | Время перекачки затора на фильтрование, мин | 15 | Макс. – 17,  Мин. - 14 | Показание, открытие и закрытие клапана |
| Время откачки темного сусла через расширительный бак, мин | 30 | Макс. – 35, мин. - 25 | Показание, открытие и закрытие клапана |
| Расход подаваемой промывной воды, м3/ч | 2,5  2  2 |  | Показание, регулирование степенью открытия клапана на трубопроводе |
| Разность уровней, м | 0,8 | Мин. – 0,75 | Показание, подача сигнала старта на частотный преобразователь |
| Уровень дробины, м | 0,3 | Макс. – 0,3, мин. – 0 | Показание, регулирование открытием клапана выпускного патрубка, сигнализация |
| Температура фильтрации, °С | 78 | Макс. – 79, мин. – 76 | Показание |
| Пуск – остановка рыхлителя | - | - | Регулирование через частотный преобразователь в зависимости от разности уровней |
| Сусловарочный котел | Расход поступающего сусла, м3/ч | 40 | Макс. – 41, мин. – 39 | Показание, регулирование степенью открытия клапана на трубопроводе |
| Время пребывания, мин | 80 | Макс. – 90, мин. – 70 | Показание, регулирование открытием и закрытием клапана циркуляционного контура аппарата |
| Температура сусла, °С | 100 | Макс. – 101 | Показание, регулирование подачей пара в перколятор |
| Гидроциклонный аппарат | Время заполнения аппарата и выдержки, мин | 20;  15 | Мин. – 20;  Мин. - 15 | Показание, регулирование открытием и закрытием клапана отвода сусла |
| Уровень сусла, м | 2 | Мин. – 1,8 | Показание, регулирование открытием клапана отвода сусла |
| Уровень хмелевой дробины, м | 0,1 | Макс. – 0,1, мин. – 0 | Показание, регулирование открытием выпускного патрубка, сигнализация |
| Пластинчатый охладитель | Расход поступающего сусла, м3/ч | 40 | Макс. – 41,  Мин. - 39 | Показание, регулирование степенью открытия клапана на трубопроводе |
| Температура сусла на выходе из первой секции, °С | 30 | Макс. – 31,  Мин. - 28 | Показание, регулирование подачей холодной воды |
| Температура сусла на выходе из второй секции, °С | 11 | Макс. – 11 | Показание, регулирование подачей гликоля |

**3 Выбор технических средств автоматизации**

На основании проведенного анализа технологического процесса производства охмеленного сусла проводится выбор технических средств контроля и управления. Функциональная схема автоматизации приведена в графической части; таблица 2 представляет собой спецификацию на средства автоматизации, входящие в основные контуры.

Таблица 2 – Спецификация на средства автоматизации

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поз | Измеряемый  параметр | | Наименование и техническая характеристика устройства | Тип, марка | Кол. | Место установки |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Время, 15 мин. | | Клапан малогабаритный регулирующий с электроприводом.  Dy = 100 мм.  Py = 1.6 МПа. | КМР.Э | 1 | На трубопроводе подачи затора в Ф1 |
| 3-1 | Расход, 2,5; 2; 2 м3/ч | | Расходомер вихреакустический.  Погрешность: 1,0%.  Пределы измерения: 0,18-2000 м3/ч.  Интерфейс: 4-20 мА, RS485, HART.  Исполнение: IP54. | МЕТРАН-300ПР | 1 | На трубопроводе подачи промывной воды в Ф1 |
| 3-2 | Клапан малогабаритный регулирующий с электроприводом.  Dy = 100 мм.  Py = 1.6 МПа. | КМР.Э | 1 | На трубопроводе подачи промывной воды в Ф1 |
| 4-1 | Разность уровней, 0,8 м | | Интеллектуальный радарный уровнемер.  Погрешность: 5 мм.  Диапазон измерений: 0 – 50 м.  Интерфейс: 4 - 20 мА, HART. | Emerson 5600 | 1 | Ф1 и его расширительный бак |
| 4-2 | Частотный преобразователь.  Точность регулирования: 1%.  Диапазон регулировки скорости: 1:100.  Номинальная мощность: 4, 9 кВА.  Двигатель 2,2 кВт. | CT-2004V-2A2 | 1 | Электродвигатель под чаном Ф1 |
| 5-2 | | Уровень, 0,3 м | Интеллектуальный радарный уровнемер.  Погрешность: 5 мм.  Диапазон измерений: 0 – 50 м.  Интерфейс: 4 - 20 мА, HART. | Emerson 5600 | 1 | Фильтрационный чан Ф1 |
| 5-2 | | Заслонка с электроприводом | - | 1 | На трубопроводе выгрузки дробины |
| 6 | | Температура, 780С | Термопреобразователь сопротивления платиновый с унифицированным выходным сигналом.  Погрешность: 0,5%.  Диапазон измерений: 0 – 100 0С.  Выходной сигнал: 4 – 20 мА. | ТСПУ-МЕТРАН-276 | 1 | В фильтрационном чане Ф1 |
| 7-1 | | Расход, 40 м3/ч | Расходомер электромагнитный.  Погрешность: 1,5%.  Пределы измерения: 3,2 – 320 м3/ч. | РЭН 1 | 1 | На трубопроводе подачи сусла в Т2 |
| 7-2 | | Клапан малогабаритный регулирующий с электроприводом.  Dy = 75 мм.  Py = 1.6 МПа. | КМР.Э | 1 | На трубопроводе подачи сусла в Т2 |
| 8-1 | | Время, 80 мин. | Трехходовой клапан с электроприводом (для переключений).  Dy = 60 мм.  Py = 1.6 МПа. | КТП.Э | 1 | Циркуляционный контур Т2 |
| 8-2 | | Клапан малогабаритный регулирующий с электроприводом.  Dy = 60 мм.  Py = 1.6 МПа. | КМР.Э | 1 | Перед насосом Н7 |
| 9-1 | | Температура, 1000С | Термопреобразователь сопротивления платиновый с унифицированным выходным сигналом.  Погрешность: 0,5%.  Диапазон измерений: 0 – 200 0С.  Выходной сигнал: 4 – 20 мА. | ТСПУ-МЕТРАН-276 | 1 | Сусловарочный котел Т2 |
| 9-2 | | Клапан малогабаритный регулирующий с электроприводом.  Dy = 100 мм.  Py = 1.6 МПа. | КМР.Э | 1 | На паропроводе перед Т2 |
| 10 | | Время, 20; 15 мин. | Клапан малогабаритный регулирующий с электроприводом.  Dy = 100 мм.  Py = 1.6 МПа. | КМР.Э | 1 | На трубопроводе после Е3 |
| 11-1 | | Уровень, 2 м | Датчик для измерения гидростатического давления (уровня).  Погрешность: 0.5%.  Диапазон измерений: 0 – 4 м.  Давление: 0,25 МПа  Выходной сигнал: 4 – 20 мА. | МЕТРАН – 43 – ДГ- 3536 | 1 | Гидроциклон Е1 |
| 11-2 | | Клапан запорный с электроприводом.  Dy = 75 мм.  Py = 1.6 МПа. | 15нж963п | 1 | На трубопроводе после Е1 |
| 14-1 | | Температура, 30°С | Термопреобразователь сопротивления платиновый с унифицированным выходным сигналом.  Погрешность: 0,5%.  Диапазон измерений: 0 – 100 0С.  Выходной сигнал: 4 – 20 мА. | ТСПУ-МЕТРАН-276 | 1 | На выходе из теплообменника Т4 |
| 14-2 | | Клапан малогабаритный регулирующий с электроприводом.  Dy = 100 мм.  Py = 1.6 МПа. | КМР.Э | 1 | На трубопроводе падачи холодной воды |

Для выполнения функций управления технологическим процессом выбирается программируемый логический микропроцессорный контроллер (ПЛК) Simatic S7-300. Он состоит из модуля центрального процессора CPU318 (память 256Кб) и нескольких (до 32) интерфейсных модулей расширения ввода-вывода сигналов. ПЛК имеет интерфейс RS-485 и PPI для связи с ПЭВМ РС/АТ, текстовым дисплеем TD 200. Модули предназначены для сбора и обработки информации с датчиков уровня, расходомеров, датчиков температуры и давления, а также формирования и передачи управляющих команд на исполнительные механизмы: запорные и регулирующие клапаны, мешалки.

Имеются следующие модули:

- модуль дискретных входов SM321;

- модуль дискретных выходов SM322;

- модуль дискретных входов/выходов SM323;

- модуль аналоговых входов SM331;

- модуль аналоговых выходов SM332:

- модуль аналоговых входов/выходов SM335.

Также имеются модули: коммуникационный, функциональные PC-адаптер, питания, дополнительной памяти от 16 до 128 Кб (Flash & RAM).

Для измерения температуры во всех случаях применены термометры сопротивления. Использовано 2 вида средств измерения уровня: гидростатические преобразователи – для измерения уровня сусла в гидроциклонном аппарате, радарные уровнемеры – для остальных случаев. Это обусловлено специфическими особенностями пищевых полуфабрикатов пивоваренного производства. Исходя из этого подобраны разные по типу расходомеры: для воды – вихреакустический, для сусла – электромагнитный. Приводы регулирующих и запорных клапанов выполнены электрическими.

3.1 Контур регулирования разности уровней сусла в Ф1 (поз.4-1 – 4-2)

а) Интеллектуальные радарные уровнемеры Emerson 5600 предназначены для контроля уровня без контакта с технологической средой в простых и сложных условиях техпроцесса. Состоят из корпуса уровнемера и соединения с резервуаром, включающего антенну.

По принципу действия прибор представляет собой радар с частотно-модулированной непрерывной волной (FMCW) 10 ГГц. Данные измерений уровня поступают из датчика на выход в виде аналоговых сигналов 4 – 20 мА, с налагаемыми на них цифровыми сигналами HART или Foundation fiedbus.

б) Частотный преобразователь CT-2004V-2A2 предназначен для построения частотно-регулируемых приводов трехфазных асинхронных двигателей, а также для контроля и сигнализации об их состоянии, защиты технологического оборудования. Управление ведется векторным способом посредством ШИМ-модуляции. Имеется автонастройка, ограничение скорости, ее плавная и многоступенчатая регулировка, функция торможения.

Центральный элемент контура – микропроцессорный контроллер.

3.2 Контур регулирования расхода сусла после Ф1 (поз.7-1 – 7-2)

а) Расходомер электромагнитный РЭН 1 имеет принцип действия, основанный на зависимости ЭДС, индуцируемой в электропроводной жидкости, пересекающей магнитное поле, от скорости движения жидкости.

Первичный преобразователь (датчик) представляет собой изготовленный из немагнитного материала (сталь 12Х18Н10Т) участок трубы, расположенный между участками электромагнита, причем магнитное поле направлено перпендикулярно к потоку жидкости. Индуцируемая ЭДС снимается двумя электродами, введенными диаметрально в поперечном сечении трубопровода, усиливается и измеряется вторичным прибором.

Основными узлами передающего преобразователя являются усилительное устройство, синхронный детектор и активный фильтр нижних частот с усилителем постоянного тока. Выходной сигнал является унифицированным и принимается модулем микропроцессорного контроллера для интегрирования и дальнейшего реагирования.

б) Клапаны малогабаритные регулирующие с электроприводом КМР.Э применяется как исполнительные механизмы и воспринимают электрический сигнал от управляющего устройства, в данной схеме – от модуля контроллера.

3.3 Контур регулирования расхода воды для вымывания экстракта из дробины (поз.5-1 – 5-2)

а) Расходомер вихреакустический МЕТРАН – 300ПР применяется для контроля расхода чистых жидкостей. Для создания вихрей используется тело обтекания. Детектирование вихрей осуществляется посредством использования пары излучатель-приемник, установленные в стенки корпуса прибора. Излучателями перманентно формируются высокочастотные акустические сигналы, пересекающиеся в центре проточной части. Каждый из чередующихся вихрей отличается направлением вращения от предыдущего. При пересечении с вихрем происходит модуляция ультразвуковой волны по фазе, которая фиксируется приемниками сигнала, преобразуется в электрический сигнал и обрабатывается. Выходные сигналы прибора: 4-20 мА, RS485, HART.

б) Клапан малогабаритный регулирующий с электроприводом КМР.Э аналогичен описанному ранее. Управляющий сигнал на привод также подается с модуля контроллера после обработки данных расходомера.

3.4 Контур регулирования температуры сусла в Т2 (поз.9-1 – 9-2)

а) Термопреобразователь сопротивления платиновый ТСПУ – МЕТРАН – 276 имеет принцип действия, основанный на изменении электрического сопротивления в зависимости от температуры. Чувствительный элемент термопреобразователя представляет собой платиновую спираль, размещенную в каналах керамического каркаса и укрепленную там изоляционным порошком. Прибор имеет унифицированный выходной токовый сигнал 4 – 20 мА.

Принцип действия токового преобразователя, сблокированного с первичным измерительным преобразователем, основан на статической автокомпенсации. Сигнал от измерительного первичного преобразователя поступает на измерительный мост и далее на входной усилитель, выполненный по схеме модулятор-демодулятор. Демодулированный сигнал усиливается выходным усилителем постоянного тока, выходной ток которого поступает на нагрузку и в устройство обратной связи.

б) Клапан малогабаритный регулирующий с электроприводом КМР.Э аналогичен описанному ранее.

Контуры регулирования температуры в пластинчатом охладителе имеют тот же состав с отличием в параметрах регулирующих клапанов (устанавливаются на паропроводах).

3.5 Контур регулирования уровня сусла в гидроциклоне Е3 (поз.11-1 – 11-2)

а) Датчик гидростатического давления (уровня) МЕТРАН – 43 – ДГ – 3536 предназначен для работы в системах автоматического контроля, управления и регулирования техпроцессов в целях выдачи информации об уровне жидкости в виде унифицированного токового сигнала 4 – 20 мА.

Датчик состоит из преобразователя давления – измерительного блока (ИБ) и электронного преобразователя (ЭП). Давление рабочей среды воздействует на мембрану ИБ и посредством специального штока вызывает деформацию чувствительного элемента, прочно скрепленного с мембраной тензопреобразователя. Чувствительный элемент – кристалл сапфира с кремниевыми пленочными тензорезисторами, соединенными в мостовую схему. Деформация измерительной мембраны приводит к пропорциональному изменению сопротивления тензорезисторов и разбалансу мостовой схемы. Электрический сигнал с выхода мостовой схемы поступает в дифференциальный усилитель электронного блока. Встроенный в усилитель регулятор коэффициента усиления обеспечивает перенастройку диапазонов измерений. Преобразование усиленного сигнала в унифицированный токовый осуществляется в ЭП. Устройство термокоррекции компенсирует влияние температурных воздействий на тензомост.

б) Клапан запорный с электроприводом 15нж963п предназначен для воздействия на технологический процесс в соответствии с сигналом, идущим от регулирующего устройства, в данном случае – модуля контроллера Simatic S7-300. В результате он прекращает или возобновляет поступление сусла в гидроциклон Е3.

Запорный клапан имеет корпус из коррозионно-стойкой нержавеющей стали, уплотнительная поверхность выполнена из пластмассы.

**4 Описание схемы автоматизации**

Принципы системы управления разработаны на базе современных управляющих систем распределенной архитектуры, с применением программируемых микропроцессорных контроллеров и компьютеров. Данный подход предназначен для оптимизации и ускорения процессов реагирования на плановое и ненормативное изменение параметров на каждой стадии процесса. Также он позволяет осуществлять интерактивное взаимодействие оператора с ПЭВМ, что в условиях интуитивно понятного интерфейса управляющих программ позволит максимально упростить реализацию технологических решений. Достоинствами данной системы является безопасность, облегчение труда, локализация пульта управления в одном помещении.

4.1 Контур регулирования разности уровней сусла в фильтрчане Ф1

Уровни сусла в фильтрчане и его расширительном баке определяются интеллектуальными радарными уровнемерами Emerson 5600, унифицированные сигналы 4 – 20 мА c которых подаются на контроллер Simatic S7-300. Происходит программное нахождение разности этих уровней и ее соотнесение с номинальной. При достижении разностью предельного значения с контроллера подается управляющий сигнал на частотный преобразователь, вследствие чего изменяется частота вращения ротора электродвигателя, приводящего в движение рыхлитель. В результате указанного воздействия разность уровней выравнивается, то есть процесс фильтрования вновь переходит в установившийся режим.

4.2 Контур регулирования расхода воды для вымывания экстракта из дробины

Расход воды фиксируется вихреакустическим расходомером МЕТРАН– 300ПР, имеющим необходимый интерфейс (4 – 20 мА, HART, или RS485). В результате преобразования первичного измерения через модуль микропроцессорного контроллера Simatic S7-300 поступает информация о расходе воды как итог обработки пропорционального ему сигнала. Происходит программное интегрирование расхода по времени, в результате чего на экране операторского монитора индицируются значения расхода и объема уже прошедшей воды. При достижении количеством жидкости предельного значения с другого модуля контроллера подается управляющее воздействие к приводу исполнительного механизма (клапана малогабаритного регулирующего КМР.Э), клапан перекрывает поток воды. В случае фиксирования уменьшения (увеличения) расхода по сравнению с заданным клапаном варьируется проходное сечение в трубопроводе как результат воздействия пропорционального токового сигнала со стороны контроллера.

Таким образом, осуществляется поддержание расхода воды на постоянном уровне и прекращение ее поступления в аппарат.

Контур регулирования расхода отфильтрованного сусла аналогичен и отличается только типом установленного расходомера.

4.3 Контур регулирования температуры сусла в Т2

Температура измеряется платиновым термопреобразователем сопротивления ТСПУ – МЕТРАН – 276, выходной унифицированный сигнал 0 – 4 мА которого пропорционален текущей температуре и передается на модуль контроллера Simatic S7-300. Осуществляется ее сверка с требуемой по технологии, параллельно идет отображение на экране монитора в виде цифровых значений. После обработки данных о температуре через модуль с контроллера поступает пропорциональный управляющий электрический сигнал на исполнительный механизм – регулирующий клапан КМР.Э с электроприводом. В результате происходит либо прекращение подачи греющего пара в перколятор, либо изменение расхода пара, также возможно перекрытие потока теплоносителя. Для сусловарочного котла предусмотрено уменьшение степени открытия клапана до минимума после окончания предварительного нагрева и начала кипения.

Таким образом, происходит увеличение температуры сусла и поддержание ее на заданном уровне.

4.4 Контур регулирования уровня сусла гидроциклоне Е3

Датчик уровня МЕТРАН – 43 – ДГ гидростатического типа передает токовый унифицированный выходной сигнал 4 – 20 мА, пропорциональный уровню жидкости, на модуль контроллера, далее идет обработка сигнала, перевод значения уровня в объем сусла, осуществляется графическая визуализация на экране монитора оператора. В зависимости от значения уровня с модуля контроллера выдается пропорциональный управляющий сигнал на привод исполнительного механизма – запорного клапана 15нж963п: при достижении уровнем нижней предельной отметки клапан открывается и идет поступление сусла в гидроциклон (из сусловарочного котла), при достижении верхней допустимой границы клапан перекрывается.

Таким образом, уровень сусла в гидроциклоне поддерживается в пределах заданного интервала.

**Заключение**

Разработанная в ходе курсовой работы схема автоматизации процесса получения охмеленного пивного сусла и выбранные системы управления техпроцессом предназначены для оптимизации данной стадии производства пива, максимального снижения влияния субъективного фактора, обеспечения безопасности персонала при работе с горячими потоками, защиты от поражения электрическим током.

Внедрение разработанных систем автоматизации на конкретном производстве повысит качество выпускаемой продукции, снизит технологические потери, увеличит выход важного промежуточного продукта, минимизирует энергозатраты и исключит перерасход сырья, обеспечит соблюдение рецептур путем точного дозирования сырья.

Принятые решения об использовании современных управляющих систем распределенной архитектуры на базе микропроцессорных контроллеров и компьютеров, позволяющих изменять и наращивать количество и конфигурацию модулей, рационализируют процессы контроля и управления при необходимости реконструкции или модернизации пивоваренного производства. Важным аспектом их применения в условиях повышения производительности предприятия является отсутствие острой необходимости привлечения новых кадров, а также специалистов для работы с ЭВМ ввиду доступности устанавливаемого программного обеспечения.

**Список используемой литературы**

1. Антипов, С.Т. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов. – Воронеж: Изд-во Гос. Ун-та, 1997. – 624 с.
2. Отчет о прохождении производственной практики на ООО «Дзержинский пивоваренный завод», 2009.
3. Методические указания по выбору технических средств автоматизации в курсовых и дипломных проектах для студентов специальностей 1705, 1706,271300 всех форм обучения/НГТУ;Сост. Е.В Тараненко. – Нижний Новгород, 2006. – Ч.1. – 16 с.
4. Методические указания по выбору технических средств автоматизации в курсовых и дипломных проектах для студентов специальностей 1705, 1706,271300 всех форм обучения/НГТУ;Сост. Е.В Тараненко. – Нижний Новгород, 2006. – Ч.2. – 31 с.
5. Автоматизация технологического процесса: метод. указания к выполнению курсовой работы по дисциплинам «Системы управления химико-технологическими процессами», «Управление техническими системами» для студентов всех форм обучения специальностей: 240801 – «Машины и аппараты химических производств», 260601 – «Машины и аппараты пищевых производств», 260602 – «Пищевая инженерия малых предприятий» / НГТУ; Сост. Е.В. Тараненко. – Нижний Новгород, 2007. – 19 с.