





В большинстве способов производства парфюмерных композиций одной из стадий является смешивание ингредиентов в различных аппаратах.

Процесс перемешивания жидкостей осуществляется с целью получения эмульсий, суспензий и растворов. При перемешивании достигается равномерное во всем объеме распределение фаз или смешиваемых компонентов и обеспечивается их тесное взаимодействие. Перемешивание широко применяется в процессах производства масел, смазок, присадок, смазочно-охлаждающих технологических средств и синтетических жирных кислот, обессоливания сырой нефти, хлорирования углеводородов, охлаждения лаков и красок и т.д. [1]

Смесь, полученная в результате перемешивания, является конечным продуктом либо образует систему, в дальнейшем используемую в технологическом процессе. В ряде случаев перемешивание применяется для более эффективного протекания той или иной химической реакции, примером может служить обработка нефтепродуктов щелочью или другими реагентами. Перемешивание способствует также более эффективному протеканию массо- и теплообменных процессов.

Часто при нагревании высоковязких продуктов используется мешалка с рубашкой. В данном случае перемешивание используется для интенсификации процессов теплообмена.

Разработка оборудования для перемешивания в производстве парфюмерных композиций является целью данной дипломного проекта.

### 1.1.2 Метод настаивания

В экстракционный аппарат загружают экстрагируемый материал, предварительно подготовленный к экстракции, заливают спиртом и оставляют на срок в соответствии с регламентом.

По истечении установленного для этого материала срока настаивания жидкость сливают. Отжатый экстрагируемый материал вновь заливают таким же количеством спирта, что и в первый раз, и вновь оставляют настаиваться на срок, установленный регламентом для этого вида сырья. По истечении времени слитая и отжатая из остатка жидкость образует новый настой.

Исходя из уравнения диффузии, можно сделать вывод, что для максимального извлечения экстрактивных веществ при экстракции по методу настаивания необходимо проводить ее при оптимальных температурах, систематическом перемешивании и в течение как можно большего времени.

### 1.1.3 Метод перколяции

В настоящее время этот метод является основным. Сущность его заключается в непрерывной принудительной циркуляции растворителя через неподвижный слой экстрагируемого материала, экстрагирования из него растворимых веществ и все большем насыщении растворителем по мере увеличения времени прокачки его.

Технологическая схема приготовления парфюмерных композиций по методу перколяции приведена на рисунке 1.1.

Сырье в марлевых мешках или в корзинах 2 из перфорированного нержавеющей металла загружают в перколятор 3 (эмалированную емкость с рубашкой для обогрева) и заливают из спиртоприемника 1 расчетным количеством спирта с помощью насоса 4.

Через 20–30 мин, когда сырье пропитается спиртом и начнется процесс извлечения душистых веществ из сырья, включается насос 4 и начинается циркуляция растворителя между частицами сырья, находящегося в перколяторе.

Для спирта эта температура не должна превышать 30—35 °С. Исключение составляет настой амбры, который получается при трехкратном кипячении ее в аппарате с обратным холодильником.

## 1.2 Приготовление растворов

Разница в технологиях приготовления настоев и растворов заключается в том, что последние при взаимодействии с этиловым спиртом растворяются в нем полностью, т. е. исходное сырье имеет мало нерастворимых в спирте компонентов.

Растворы готовят двумя способами: при нагревании и без нагревания. При нагревании готовят в основном все растворы, без нагревания — растворы из натуральных масел или композиций. Для приготовления растворов применяют стальные эмалированные реакторы с герметически закрывающимися крышками, с мешалками для энергичного перемешивания массы. Продолжительность приготовления раствора зависит от вида сырья, температурного режима, степени измельчения сырья, а также от интенсивности перемешивания. Обычно при температуре 50—55 °С большинство растворов приготавливают за 1—2 дня.

Готовые растворы не нуждаются в выдержке и могут быть немедленно использованы в производстве. Растворы, как и настои, после их приготовления должны соответствовать определенным физико-химическим показателям, утвержденным для каждого наименования.

## 1.3 Приготовление парфюмерных композиций

Приготовление парфюмерных композиций сводится к трем операциям:

- подготовка сырья к смешиванию (расплавление застывших и вязких веществ, растворение кристаллических веществ);
- взвешивание компонентов (набор композиции согласно рецептуре) ;
- смешивание компонентов композиции.

Прежде чем приступить к составлению композиции, необходимо сделать расчет компонентов на требуемое количество композиции и записать этот расчет в листок, являющийся первичным документом. В соответствии с приведен-

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				

которая не вступает в контакт с продуктами, легко чистится и долговечна, не требует дополнительной окраски и эмалированной стали.

#### 1.4 Композиции специального назначения

В специальные жировые кремы входит то же сырье, что и в жировые защитные кремы, но с добавлением препарата, являющегося действующим началом специального крема, с помощью которого нарушается или защищается верхний покров кожи (эпидермис) или проявляется другое какое-либо действие специального крема (например, сульсеновый и др.). В зарубежной практике такие кремы готовятся в непрерывном потоке.

Весь процесс от поступления исходного сырья до фасовки готового препарата протекает в закрытой системе, работающей под избыточным давлением инертного газа (20 кПа). Технологический процесс приготовления специальных кремов состоит из четырех основных стадий: приготовления специальной основы (действующего начала) крема; приготовления жировой основы крема; варки крема; непрерывного охлаждения крема.

На рисунке 1.2 показана технологическая схема непрерывного приготовления специальных кремов.

Жиры, жироподобные вещества, минеральные масла и другие компоненты, растворимые в них, по трубопроводу А и Б непрерывно подаются в один из аппаратов 2, оборудованных мешалками и рубашкой для обогрева массы. Регулятор-переключатель 7 автоматически регулирует попеременную работу обоих аппаратов. Пока из одного аппарата непрерывно насосом-дозатором 7 откачивается подготовленная для смешивания жирорастворимая масса, в другом аппарате она подготавливается для последующего смешивания. Аналогичным образом работают аппараты 1 для приготовления специальной основы крема. Их попеременная работа осуществляется регулятором-переключателем 10.

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				

## 1.5 Конструкции мешалок

Для характеристики способов и аппаратного оформления процессов используются понятия об эффективности и интенсивности перемешивания.

Типовой аппарат с мешалкой, используемый в парфюмерной промышленности, показан на рисунке 1.3.

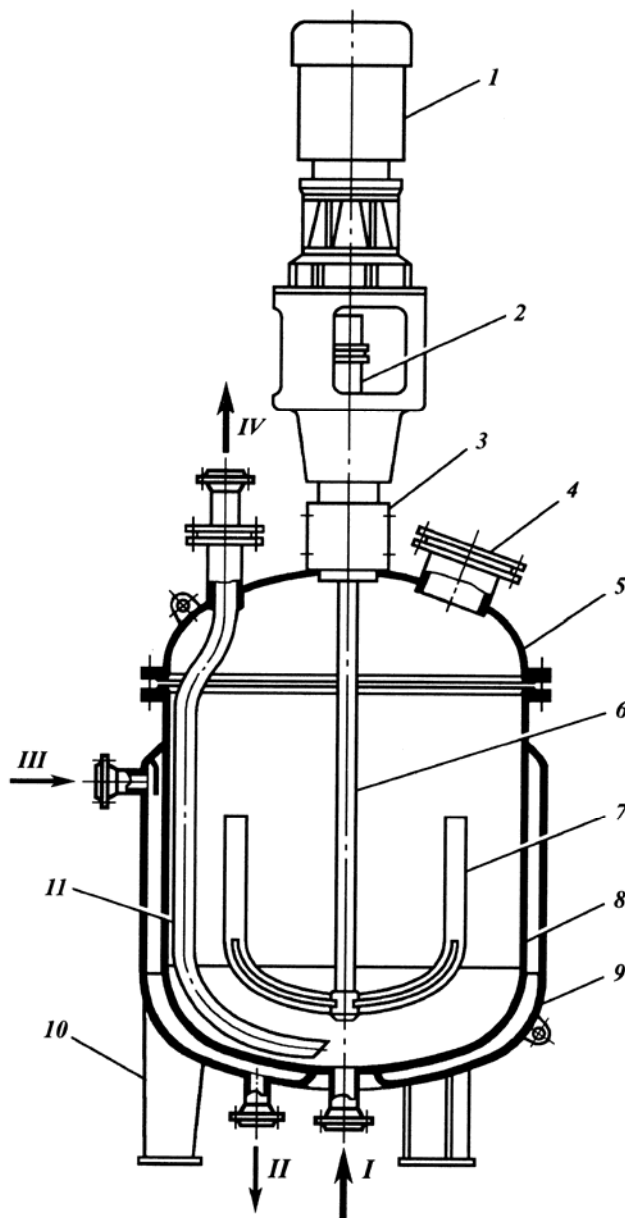


Рисунок 1.3 – Конструкция мешалки:

1 – мотор-редуктор; 2 – муфта; 3 – уплотнение; 4 – люк; 5 – крышка; 6 – вал; 7 – якорное перемешивающее устройство; 8 – корпус; 9 – рубашка; 10 – опора; 11 – труба передавливания. Поток: I – вход исходной среды; II – выход теплоносителя (хладагента); III – вход теплоносителя (хладагента); IV – выход продукта

По преобладающему характеру движения жидкости выделяют мешалки с круговым потоком (лопастные с вертикальными лопастями, турбинные открытого типа, якорные, рамные), осевым потоком (лопастные с наклонными лопастями, пропеллерные, ленточные, шнековые), радиальным потоком (турбинные закрытые). Применяют также мешалки со сложным планетарным движением перемешивающих устройств.

Основным элементом перемешивающего устройства лопастного типа является вертикальный вал, на котором может быть установлено несколько лопастей вертикально или наклонно под углом к горизонту от 45 до 60°. Вертикальные лопасти сообщают жидкости в основном вращательное движение, а наклонные способствуют перемещению жидкости вверх в вертикальном направлении. Окружная скорость на концах лопастей обычно не превышает 5 м/с.

При вращении лопастей на поверхности жидкости может образоваться воронка, снижающая эффективность перемешивания контактирующих фаз. Для разрушения воронок к внутренней стенке корпуса крепят отражательные вертикальные перегородки шириной  $H$ , примерно равной  $0,1 D$ . Число перегородок обычно равно 4. Перегородки препятствуют горизонтальному вращению кольца жидкости и способствуют тем самым ее циркуляции в вертикальном направлении.

Для обеспечения интенсивного перемешивания во всем объеме аппарата за счет внутренней рециркуляции применяют пропеллерные мешалки. Пропеллерные мешалки обычно используют для перемешивания жидкостей малой вязкости. Область их применения – получение эмульсий или суспензий с небольшим (до 10%) содержанием твердых частиц размером менее 250 мкм. В мешалках больших размеров следует установить несколько самостоятельных пропеллеров.

При необходимости обеспечить перемешивание жидкости большой вязкости, применяют перемешивающие устройства якорного или рамного типов с лопастями, повторяющими по своим очертаниям профиль корпуса. В этих конструкциях зазор между стенкой корпуса и перемешивающим устройством невелик ( $D/d_M = 1,05 \div 1,25$ ).

Основываясь на рекомендациях [3] принимаем мешалку якорного типа.

					ДП МАХП МДЧ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				



аппарат для приготовления композиций 11, оснащенный мешалкой для перемешивания компонентов.

В этот же аппарат подают и другие жидкие вещества, необходимые по рецептуре для приготовления композиций.

Готовые настои из сборников 3 и 7 перекачивают в мерник 13 и в дальнейшем подают в цех для приготовления парфюмерных жидкостей. Композиции из аппарата 11 вакуумом засасываются в вакуум-мерник 12 и далее передаются в тот же цех при положительном заключении парфюмера, что данная композиция соответствует по запаху эталону, и заключении ОТК о соответствии композиции техническим условиям по физическим показателям.

Для приготовления композиций используется следующая аппаратура:

- весы любых конструкций для взвешивания малых и больших количеств компонентов;
- сосуды для расплавления кристаллических душистых веществ и разогрева застывших, стальные эмалированные или изготовленные из нержавеющей стали, вместимостью до 200 л, с механической мешалкой и паровой рубашкой;
- водяные бани, плавители и другое вспомогательное оборудование;
- сосуды для смешивания компонентов — смесители различных конструкций, изготовленные из нержавеющей стали, или стальные эмалированные вместимостью до 1000 л с мешалкой и рубашкой.

Мешалка, применяемая в описанной схеме, изображена на рисунке 2.2.

Реактор состоит из цилиндрической обечайки 4, устанавливаемой на трех опорах 5 и съемного верхнего днища 3.

На днище при помощи болтового соединения крепится опора привода 2, состоящая из двух разъемных частей. Электродвигатель 1 устанавливается вертикально на опору и соединяется с валом 7 через зубчатую муфту.

Вал мешалки 7 состоит из двух сегментов, соединенных между собой жесткой муфтой, находящейся в аппарате.

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				

## 2.2 Технологический расчет

### 2.2.1 Исходные данные

В качестве исходных данных выступают следующие величины, указанные в задании на проектирование.

Таблица 2.1 – Исходные данные для проектирования мешалки

Наименование параметра	Обозначение	Величина
Объем суспензии	$V_m$	10 м <sup>3</sup>
Рабочее давление	P	0,3 МПа
Плотность среды	$\rho$	970 кг/м <sup>3</sup>
Температура среды	$t_k$	100 °С

### 2.2.2 Выбор конструкции мешалки

Для интенсификации теплообмена подходят мешалки нескольких конструкций. Их выбор обусловлен вязкостью перемешиваемой среды. В соответствии с заданием, вязкость среды равна

$$\mu_m = 0,36 \text{ мПа}\cdot\text{с.}$$

Средняя температура среды в аппарате

$$t_{cp} := \frac{t_H + t_K}{2} = \frac{25 + 100}{2} = 62,5 \text{ }^\circ\text{C.} \quad (2.1)$$

Масса суспензии в аппарате

$$G = \rho V = 970 \times 10 = 9700 \text{ кг.} \quad (2.2)$$

На основании заданной вязкости среды (0,36 мПа·с) принимаем в соответствии с рекомендациями [3, табл. 31.1] мешалку рамного типа с рубашкой. Эта мешалка предназначена для суспензий с вязкостью до 10 мПа·с и рекомендуется для интенсификации теплообмена.

Принимаем окружную скорость вращения [3, табл. 31.1]

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				

Откуда после подстановки  $H = \psi D_B$  получим

$$V = \pi \cdot \frac{\psi \cdot D_B^3}{4} \quad (2.4)$$

Отсюда требуемый диаметр аппарата

$$D_B := \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_M}{\pi \cdot \psi}} = \sqrt[3]{\frac{4 \times 10}{3,14 \times 1,2}} = 1,82 \text{ м}$$

Принимаем аппарат с внутренним диаметром

$$D_B = 1,8 \text{ м}$$

Тогда высота слоя суспензии

$$H_{ж} := \frac{4 \cdot V_M}{\pi \cdot D_B^2} = \frac{4 \times 10}{3,14 \times 1,8^2} = 3,8 \text{ м} \quad (2.5)$$

Наружный диаметр рамы [3, табл. 31.1]

$$d_M := \frac{D_B}{1,1} = \frac{1,8}{1,1} = 1,45 \text{ м} \quad (2.6)$$

Ширина лопасти рамы

$$b := 0,07 d_M = 0,07 \times 1,45 = 0,242 \quad (2.7)$$

Принимаем

$$b = 0,250 \text{ м}$$

Зазор между мешалкой и днищем аппарата

$$h_M := 0,04 d_M = 0,04 \times 3,45 = 0,138 \text{ м} \quad (2.8)$$

Принимаем

$$h_M = 0,150 \text{ м}$$

Длина лопасти

$$h = d_M = 3,45 \text{ м}$$

## 2.2.4 Расчет мощности на перемешивание

Все формулы, используемые при расчете мощности на перемешивание, взяты из [3, глава 31]. Расчетная частота вращения мешалки

Соответственно требуемое количество теплоты на нагрев смеси

$$Q_M = 3,691 \times 54840 \times (45 - 25) = 4,048 \times 10^6 \text{ кДж} \quad (2.16)$$

### 2.2.6 Определение расхода греющего агента

Принимаем нагрев за счет использования тепла конденсации водяного пара 0,5 МПа ( $t_{\text{конд}} = 151 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Тогда расход греющего пара

$$G_{\text{п}} = \frac{Q_M}{r} \quad (2.17)$$

где  $r$  – теплота парообразования пара 0,5 МПа,  $r = 2117 \text{ кДж/кг}$  [4, табл. LV].

Соответственно расход пара

$$G_{\text{п}} = \frac{4,048 \times 10^6}{2117} = 1912 \text{ кг}$$

### 2.2.7 Расчет времени нагревания суспензии

Принимаем толщину стенки мешалки

$$s_M := 10 \text{ мм}$$

Тогда поверхность теплообмена между суспензией и конденсирующимся паром составит

$$F_M := \pi \cdot (D_B + 2s_M) \cdot H_{\text{ж}} = 3.14 \times (3.8 + 2 \times 0.01) \times 4.41 = 52.9 \text{ м}^2 \quad (2.18)$$

Среднеарифметическая разность температур в теплообменнике

$$\Delta T_{\text{ср}} := \frac{\Delta T_{\text{max}} - \Delta T_{\text{min}}}{2.3 \cdot \log \left( \frac{\Delta T_{\text{max}}}{\Delta T_{\text{min}}} \right)} \quad (2.19)$$

где  $\Delta T_{\text{max}}$  – максимальная разность температур теплоносителей;

$\Delta T_{\text{min}}$  – минимальная разность температур теплоносителей.

Значения разности температур рассчитываются по формулам

$$\Delta T_{\text{max}} = t_{\text{конд}} - t_{\text{н}} = 151 - 25 = 126 \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.20)$$

$$\Delta T_{\text{min}} = t_{\text{конд}} - t_{\text{к}} = 151 - 100 = 51 \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.21)$$

Подставляя, получим

$$Nu_M = 0,36 \times (7.423 \times 10^6)^{0,67} \times 5,801^{0,33} = 2,580 \times 10^4 \quad (2.26)$$

Из критерия Нуссельта выражаем значение коэффициента теплоотдачи [5, стр. 23]

$$\alpha_M := \frac{\lambda_M}{D_B} \cdot Nu_M = \frac{67,5 \times 10^{-2}}{3.45} \times 2,580 \times 10^4 = 4582 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} \quad (2.27)$$

Коэффициент теплоотдачи со стороны конденсирующегося на вертикальной стенке пара [5, ф. II.22]

$$\alpha_{\Pi} = \sqrt[4]{\lambda_{\Pi}^3 \rho_{\Pi}^2 r \Delta t N_{\text{ж}} g / \mu_{\Pi}} \quad (2.28)$$

где  $\lambda_{\Pi}$  – теплопроводность водяного пара при  $t_{\text{конд}}$ ;

$\rho_{\Pi}$  – плотность водяного пара при  $t_{\text{конд}}$ ;

$\Delta t$  – средняя разность между температурой конденсации пара и суспензией, °С;

$\mu_{\Pi}$  – вязкость водяного пара при  $t_{\text{конд}}$ ;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения

Значение вязкости и теплопроводности водяного пара определим интерполяцией справочных данных [6, прил. XIII]

$$\mu_{\Pi} := \frac{0.0123 + 0.0161}{2} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^2} \quad \mu_{\Pi} = 1.420 \times 10^{-5} \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^2}$$

$$\lambda_{\Pi} := \frac{0.0206 + 0.0284}{2} \cdot 4190 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{К}} \quad \lambda_{\Pi} = 102.655 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{К}}$$

Плотность определяем по справочным данным [4, табл. LV].

$$\rho_{\Pi} := 2.614 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Средняя разность между температурой конденсации пара и суспензией

$$\Delta t = t_{\text{конд}} - t_{\text{ср}} = 151 - 35 = 116 \text{ } ^\circ\text{С}$$

Коэффициент теплоотдачи со стороны конденсирующегося на вертикальной стенке пара

$$\alpha_{\Pi} = \sqrt[4]{102.7^3 \times 2.614^2 \times 2117 \times 115 \times 4,41 \times 9.81 / 1.42 \times 10^{-5}} = 6271 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

Коэффициент теплопередачи

		N				
ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ						



$$H = \frac{1,01 \times 10^5 - 1,01 \times 10^5}{9,81 \times 1145} + 0,90 + 10 = 10,9 \text{ м}$$

Производительность насоса

$$Q = \frac{V_{\text{м}}}{t_{\text{загр}}} = \frac{50}{170} = 0,29 \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.38)$$

Наиболее близкими характеристиками обладает осевой насос ОГ8-30. Его напор составляет 11,0 м, а производительность  $Q = 0.29 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Полезная мощность насосной установки

$$N_{\text{п}} = \rho g Q H = 1092 \times 9,81 \times 0,29 \times 10,9 = 33900 \text{ Вт} = 33,9 \text{ кВт} \quad (2.39)$$

Принимаем КПД по справочным данным [5, табл. I.4]

$$\eta = 0,86$$

Тогда мощность на валу двигателя

$$N_{\text{дв}} = N_{\text{п}} / \eta = 33,9 / 0,86 = 39,4 \text{ кВт} \quad (2.40)$$

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				

Согласно технологическому расчету, давление в аппарате равно  $P = 0.3$  МПа, температура  $t = 100$  °С. Среда в аппарате не является токсичной.

Принимаем цилиндрическую обечайку с эллиптическими днищами, нижнее днище приварное, верхнее днище крепится на фланцевом соединении. Для крепления вала мешалки принимаем опору на двух подшипниковых узлах [6].

Для соединения обечайки и верхнего днища принимаем фланцы типа «шип-паз» с прокладкой прямоугольного сечения из паронита, рабочая температура до  $250$  °С [7, табл. 20.1].

Вал мешалки соединяем с валом привода через жесткую муфту. Нижний конец вала крепится в шарнире, размещенном на днище аппарата. Рама крепится при помощи болтового соединения. Ступицу делаем разъемной, фиксирование на валу при помощи стопорного кольца.

Аппарат устанавливается на открытом воздухе, отношение  $H/D < 5$ , поэтому принимаем установку на трех опорах типа IV, приваренных к нижнему днищу.

Для штуцера вывода реакционной массы принимаем укрепление отверстия накладным кольцом.

### 3.2 Обоснование выбора материала

Принимаем сталь 12ХМ [7, стр. 333]. Характеристики выбранного материала при  $100$  °С определяем по справочным данным [7, стр. 84]

$$\sigma_B = 570 \text{ МПа}$$

$$\sigma_T = 280 \text{ МПа}$$

Определим номинальное допускаемое напряжение. Согласно [7, табл. 14.5] расчет для легированной стали при рабочей температуре не более  $420$  °С необходимо вести по формулам

$$\sigma^* = \min \left\{ \frac{\sigma_B}{n_B}; \frac{\sigma_T}{n_T} \right\}$$

где  $n_B$  – запас прочности по пределу прочности, для стального проката из легированной стали  $n_B = 2,6$  [7, табл. 14.6];

$n_T$  – запас прочности по пределу текучести, для стального проката из легированной стали при давлении в аппарате не более  $0,5$  МПа  $n_T = 1,65$  [7, табл. 14.6].

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				



$$p_r = \rho g L = 980 \times 9.81 \times 7.9 = 75900 \text{ Па} = 0,0759 \text{ МПа}$$

$p_{и}$  – давление при гидроиспытаниях, МПа;

$D$  – внутренний диаметр аппарата,  $D = 1800$  мм;

$\varphi$  – коэффициент прочности сварных швов стальных аппаратов, для автоматической сварки под слоем флюса  $\varphi = 1,0$  [8, т. 1.7];

$c$  – прибавка к расчетной толщине, мм;

$c_0$  – прибавка на округление размера до стандартного значения, мм.

Расчетное давление в аппарате

$$p_p = 0.3 + 0,0759 = 0.376 \text{ МПа}$$

Давление при испытаниях

$$p_{и} = \max \left( \frac{1,25 p_r [\sigma]_{20} / [\sigma]}{p_r + 0,3} \right) =$$

$$= \max \left( \frac{1,25 \times 0.376 \times 192 / 170}{0,376 + 0,3} \right) = \max \left( \frac{0,571}{0,676} \right) = 0,676 \text{ МПа}$$

Соответствующая расчетная толщина стенки

$$s_p = \max \left( \frac{3,18 \times 1800}{2 \times 1,0 \times 170 - 0,376} \right) = \max \left( \frac{2,8}{2,4} \right) = 2,8 \text{ мм}$$

Прибавка к расчетной толщине обечайки определяется по формуле

$$c = c_1 + c_2 + c_3$$

где  $c_1 = Pt + c_3$  – прибавка для компенсации коррозии и эрозии, мм;

$P$  – скорость коррозии, для выбранного материала  $P = 0,05$  мм/год;

$c_3$  – прибавка для компенсации эрозии,  $c_3 = 0$  мм.

$c_2$  – прибавка для компенсации минусового допуска, мм;

$c_3$  – технологическая прибавка, мм.

Прибавка для компенсации коррозии и эрозии

$$c_1 = 0,05 \times 15 + 0 = 0,75 \text{ мм.}$$

При листовом прокате и сварной обечайке  $c_2 = 0$  мм и  $c_3 = 0$  мм [8, с. 16]. Поэтому

$$c = 0,75 + 0 + 0 = 0,75 \text{ мм.}$$

		N			
ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ					

Принимаем  $h_b = 80$  мм. Диаметр окружности расположения шпилек фланцев

$$D_6 \geq D + 2(s_0 + d_6 + u),$$

где  $d_6$  – наружный диаметр шпилек, для проектируемого фланца рекомендуемый диаметр шпилек составляет 42 мм;  $u$  – нормативный зазор между гайкой и втулкой,  $u = 75$  мм. Соответственно

$$D_6 = 1800 + 2 \times (35 + 42 + 75) = 2100 \text{ мм}$$

Наружный диаметр фланца

$$D_n = D_6 + a,$$

где  $a$  – конструктивная добавка для размещения гаек по периметру,  $a = 80$  мм. Итого

$$D_n = 2100 + 80 = 2180 \text{ мм.}$$

Наружный диаметр прокладки

$$D_{np} = D_6 - e,$$

где  $e$  – нормативный параметр, зависящий от типа прокладки, для плоских прокладок и  $d_6 = 42$  мм  $e = 90$  мм. Тогда

$$D_{np} = 2100 - 90 = 2010 \text{ мм.}$$

Средний диаметр прокладки

$$D_{cp} = D_{np} - b,$$

где  $b$  – ширина прокладки, мм. Для плоских металлических прокладок  $b = 50$  мм. Значит

$$D_{cp} = 2010 - 50 = 1960 \text{ мм.}$$

Количество шпилек, необходимое для обеспечения герметичности соединения

$$n_6 \geq \frac{\pi D_6}{t_{ш}},$$

где  $t_{ш} \approx 4d_6 = 4 \cdot 42 = 168$  мм [8. т. 1.43]. Соответственно

$$n_6 \geq \frac{3,14 \cdot 2100}{168} = 46,7$$

Принимаем значение, кратное четырем  $n_6 = 48$  шт. Ориентировочная высота фланца

$$h_\phi = \lambda_\phi \sqrt{D s_{эк}}$$

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				



Диаметр отверстия, не требующего укрепления

$$d_{0p} = 0,4\sqrt{D_p(s - c)} = 0,4\sqrt{1800 \times (5 - 0,75)} = 62,0 \text{ мм}$$

Далее все расчетные зависимости включают в себя толщину накладного кольца, которая принимается предварительно, а затем проводится проверочный расчет укрепления отверстия по условию компенсации площади. Опуская процесс подбора толщины накладного кольца, приведем окончательный результат:

$$s_{yp} = 4 \text{ мм}$$

Длина образующей обечайки в зоне укрепления

$$L_0 = \sqrt{D_p(s_{yp} + s - c)} = \sqrt{1800 \times (4 + 5 - 0,75)} = 156 \text{ мм}$$

Значения площадей

$$\begin{aligned} A_{1н} &= (l_{1p} + s_{yp} + s_p - c)(s_{ш} - s_{шp} - c_{ш}) = \\ &= (53,4 + 12 + 29 - 0,75) \times (20 - 16,17 - 0,75) = 52,5 \text{ мм}^2 \end{aligned}$$

$$A_{1в} = l_{2p}(s_{ш} - 2c_{ш}) = 20,2 \times (20 - 2 \times 0,75) = 130 \text{ мм}^2$$

$$A_2 = L_0 s_{yp} = 156 \times 12 = 1872 \text{ мм}^2$$

$$A_0 = L_0(s - s_p - c) = 156 \times (35 - 29 - 0,75) = 477 \text{ мм}^2$$

$$A = 0,5(d_p - d_{0p})s_p = 0,5 \times (251,5 - 62,0) \times 29 = 2440 \text{ мм}^2$$

Условие укрепления

$$(52,5 + 130) \times 1,0 + 1872 \times 1,0 + 477 \geq 2740$$

$$2531 \geq 2440$$

Условие укрепления выполняется.

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				

Периметр  $L$ , мм цилиндрической обечайки внутренним диаметром  $D_B$  из стали толщиной  $s$  определяется по диаметру нейтральной поверхности,  $D_{нт}$ . Расчёт  $L$ , мм производится по следующей формуле:

$$L_0 = \pi(D_g + S), \quad (4.1)$$

$$L_0 = 3,14 \cdot (1800 + 5) = 5668 \text{ мм}$$

Выбираем стальной лист 6000x1700x10 мм в количестве 2 шт. по высоте аппарата [1].

#### 4.1.1 Правка

Прокатная сталь, поступающая с металлургических заводов, требует правки, так как при остывании после прокатки возможны деформации, также и при погрузке и разгрузке возможны дефекты. Правка листовой стали осуществляется на листопрямильных вальцах или прессах. Важным параметром вальцов является количество валков. Для правки стали толщиной от 5 до 25 мм применяются семивалковые машины. Так как толщина выбранного листа  $s=5$  мм входит в вышеописанный предел, то используется семивалковая машина. Схема ее работы представлена на рисунке 4.1.

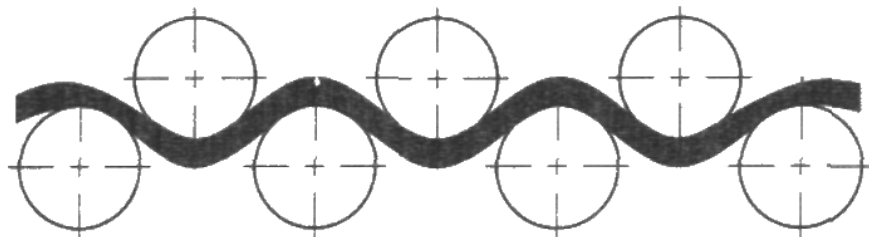


Рисунок 4.1- Схема работы семивалковой машины.

Деформированный лист закладывают в зазор между верхними и нижними цилиндрическими валками, расположенными в шахматном порядке. При движении лист многократно изгибается и в нем появляются упруго пластические деформации, которые растягивают лист и устраняют неровности. При правке на листопрямильных вальцах обычно используют подающие и приемные рольганги [3].

время разработано множество составов, компонентов, модификаторов или преобразователей ржавчины

Химические способы очистки не оказывают влияние на изменение толщины поверхностно-напряжённого слоя и шероховатость поверхности. Однако весьма дорогостоящи, трудоёмки технологические операции с неблагоприятными условиями труда. Поэтому эти способы мало распространены.

#### Физические методы обработки

К данным методам обработки поверхности относятся: обработка взрывом, электрогидравлическая, электроискровая. Физические способы очистки отличаются большой энергоёмкостью, трудоёмкостью, в некоторых случаях повышенной опасностью и шумом.

Одним из механических способов очистки считается дробеметная очистка [3]. Дробеметная установка (рисунок 4.2) имеет камеру 1, в которой расположены три дробеметных аппарата правых 6 и левых 3. Они установлены на разной высоте с таким расчётом, чтобы струя дроби перекрывала лист по всей высоте.

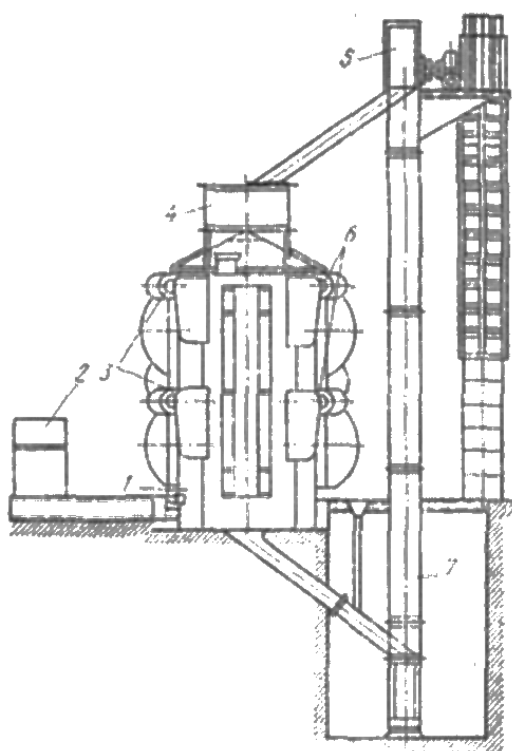


Рисунок 4.2 - Дробеметная установка:

1- дробеметная камера; 2- пульт управления; 3, 6- дробеметный аппарат; 4- расходный бункер; 5- сепаратор; 7- конвейер

Маркировке подлежат: основной лист, вставки, отходы, контрольные пластины.

Операция разметки производится в следующем порядке:

по маркировке листа проверяют соответствие марки металла, длины, толщины и ширины листа требованиям чертежа, лист укладывают на разметочный стол маркировкой вверх и на нем размещается базовая риска вдоль кромки с наименьшей серповидностью и косиной.

Разметка листовых заготовок производится на разметочных плитах и стендах.

#### 4.1.4 Резка

Операция резки необходима для раскроя заготовок согласно данной развертки.

Раскрой осуществляется методами механической и термической резки.

Механическая резка осуществляется без снятия стружки на ножницах. Резка со снятием стружки выполняется на металлорежущих станках и дисковых пилах.

Резка на ножницах обладает самой высокой производительностью.

Процесс основан на упругопластической деформации и скалывании материала под давлением ножа. Разрушаемый материал заводят между верхним и нижним валками, в начале происходит вдавливание ножей в металл на глубину 0,2-0,4 толщины, а затем скалывание металла по поверхности между остриями режущих кромок [3].

В данной работе применены ножницы с листовым наклонным ножом (рисунок 4.4) НЗ121.

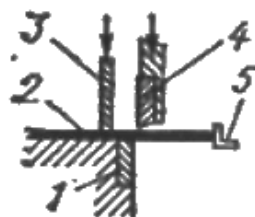


Рисунок 4.4- Схема резки на ножницах:

нижний нож; 2- разрезаемый материал; 3- прижим; 4- верхний нож; 5- упор

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				







#### 4.1.9 Калибровка

После проведения сварочных работ производится калибровка заготовок на симметричной трехвалковой машине. Схема проведения работы представлена на рисунке 4.8 [3].

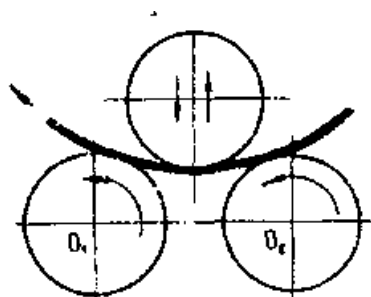


Рисунок 4.8 - Схема трех валковой машины

Марка машины для калибровки ИА 2224.

#### 4.1.10 Контроль качества

Контролю подлежат все операции по изготовлению обечайки, в том числе и сварочные. При сварке возможно образование трещин, пор, непроваров, шлаковых и газовых включений. Контроль сварных швов рентгеновскими лучами основан на регенерации и анализе ионизирующего излучения при его взаимодействии с контролируемым изделием. Интенсивность прошедшего излучения будет больше на участках меньшей плотности, в частности в местах дефектов (рисунок 4.9).

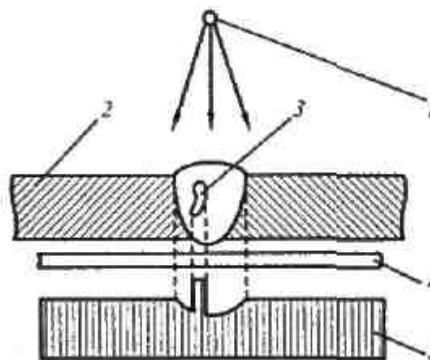


Рисунок 4.9 - Схема радиационного контроля

1- источник излучения; 2- изделие; 3 - дефект; 4- детектор (пленка); 5- плотность излучения

#### 4.4 Операционная карта

Операционная карта – технологический документ, содержащий описание технологической операции с расчленением её по переходам и указанием параметров режимов обработки, расчётных норм и трудовых нормативов. В операционной карте выделено место для операционного эскиза где графически отражено состояние заготовки во время выполнения данной операции или перехода. Объёмные и сложные операционные эскизы выполняются на отдельных картах эскизов по ГОСТ 3.1404-86.

Операционная карта приведена в таблице 4.3.

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				

Задача управления процессом образования композиций заключается в регулировании расхода исходной смеси и поддержании постоянной температуры аппарата (управление осуществляется расходом пара в рубашку).

Основными возмущающими воздействиями для мешалки является изменение температуры исходной смеси и условий работы аппарата.

Выбираем пневматическую систему передачи сигнала на расстояние. Схема автоматизации реализована с помощью стандартных приборов, которые обеспечивают необходимую точность и достаточную дальность передачи.

Уровень смеси в мешалке должен быть постоянным ( $L=3,8$  м) и регулируется отбором приготовленных композиций.

Расход исходной смеси и ее температура, а также температура композиций и ретур фиксируются приборами для последующего анализа в случае возникновения сбоев в работе установки.

Температура исходной смеси не регулируется; ее изменение вызовет соответственно изменение температуры внутри мешалки, что будет сигналом к изменению расхода греющего пара в рубашку для нормализации температуры в аппарате.

Схема регулирования содержит два контура. Первый предназначен для изменения расхода исходной смеси в мешалку. Если в сепараторе выделяется большое количество газа (что означает недостаточное время нахождения смеси в аппарате для качественного растворения растительного сырья в этиловом спирте), то расход сырья автоматически уменьшается.

Уменьшение расхода сырья оказывает влияние на второй контур регулирования – управление уровнем среды в мешалке. При изменении расхода реагентов соответственно изменяется и отбор продуктов. За счет этого уровень внутри мешалки поддерживается в заданных пределах.

Мешалка работает в непрерывном режиме, скорость вращения вала определена в технологическом расчете и является постоянной, поэтому средства регулирования скоростью вращения не предусмотрены.

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				

ра ЭПП-63 осуществляется подача сигнала на регулирование расхода пара в рубашку.

Датчиком для измерения расхода ретурга газа из сепаратора выбрана камерная диафрагма ДК10-150, создающая перепад давления на трубопроводе. Диафрагма работает в комплекте с дифманометром ДМ-П1, который преобразует перепад давления в стандартный унифицированный пневматический сигнал с давлением сжатого воздуха 0,02-0,1 МПа, который передается на показывающий и регистрирующий пневматический прибор ПВ10.1Э.

Использованные приборы являются унифицированными, что позволяет легко заменить их в случае необходимости. Все использованные приборы занесены в спецификацию (таблица. 5.1).

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4	5	6	7
5-1	Температура исходной смеси	80 °С	на трубопроводе	см. пункт 4-1		
5-2	Температура композиций	95 °С	на трубопроводе	см. пункт 4-1		
5-3	Температура ретур	40 °С	на трубопроводе	см. пункт 4-1		
5-4			Щит оператора	Многоточечный потенциометр, количество точек измерения до 6	КСП4	«Электроавтоматика» г. Йошкар - Ола
6-1	Давление в мешалке	0.12 МПа	в аппарате	Манометр сильфонный с унифицированным пневматическим сигналом 0,02 – 0,1 МПа, класс точности 1	МС – П2	«Манометр» г. Москва
6-2			Щит оператора	Вторичный показывающий прибор (величина одного параметра)	ПВ2.2	«Тизприбор» г. Москва
1-1	Расход исходной смеси	6,2 м <sup>3</sup> /ч	На трубопроводе	Диафрагма камерная, условное давление 4,5 МПа	ДК45–150	«Монометр», г. Москва

ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4	5	6	7
3-5				см. пункт 1-5		
2-1	Расход нерастворившегося газа	0,5 м <sup>3</sup> /ч	На трубопроводе	Диафрагма камерная, условное давление 1,0 МПа	ДК10-250	«Монометр», г. Москва
2-2				см. пункт 1-2		
2-3				см. пункт 1-4		
7-1	Уровень жидкости в аппарате	3,8 м	в аппарате	Буйковый уровнемер для контроля уровня жидкости с пневматическим унифицированным сигналом 0,02 – 0,1 МПа	УБ ПА	«Теплоприбор» г. Рязань
7-2				см. пункт 1-4		
7-3				см. пункт 1-4		
7-4			На трубопроводе	Обратный клапан Ду250 Ру4.5	П45-К	Завод приборов г. Устькаменогорск

ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ

Скорость ветра ( $V$ ) по средним многолетним данным, повторяемость превышения которой составляет 5 %, равна 8-9 м/с. Господствующее направление ветра - восточное, составляет 26%.

Для эффективности реализации результатов проектирования необходимо выполнение следующих требований:

- СНиП 11-89-80\*. Генеральные планы промышленных предприятий.
- СНиП 2.01.01-99. Строительная климатология.
- СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
- СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.
- СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
- СНиП 2.2.4/2.1.8562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
- законов Российской Федерации: а) «Об экологической экспертизе». б) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». в) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»

#### 6.1 Анализ опасных и вредных факторов производства

При нештатных ситуациях на персонал могут воздействовать:

1. Пар ( $p = 1$  МПа и  $t = 280^{\circ}\text{C}$ ) и паровой конденсат – вызывает термические ожоги.
2. этанол (этиловый спирт) - при обычных условиях это бесцветная, легколетучая, горючая жидкость с характерным запахом. На организм человека этанол действует опьяняющим образом. ПДК паров в воздухе производственных помещений 90-100 мг/м<sup>3</sup>.
3. Двуокись углерода – оказывает отравляющее действие, ПДК в воздухе производственных помещений 10 мг/м<sup>3</sup>.

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				







## 7 Организационно-экономический раздел

### 7.1 Технико-экономическая характеристика

Экономическая эффективность определена на основе серии последовательно выполненных расчетов показателей (себестоимости продукции, срока окупаемости, прибыли, чистой дисконтированной стоимости дохода, дополнительных капиталовложений и др.).

Оценка эффективности проектных решений осуществлена путем сопоставления стоимостных и натуральных показателей, характеризующих различные варианты решений. К основным стоимостным показателям относятся себестоимость продукции, срок окупаемости, прибыль, чистая дисконтированная стоимость дохода и дополнительные капиталовложения. К натуральным показателям относятся: производительность труда, расход сырья и материалов, топлива и энергии, использование оборудования и производственных площадей и др. Стоимостные показатели дают комплексную оценку экономической эффективности производства.

### 7.2 Себестоимость продукции

Для расчета себестоимости производства использованы данные практики и проектных расчетов. Определяется полная себестоимость продукции, предназначенной к реализации. Для выявления резервов снижения себестоимости в дипломном проекте сопоставлена общая сумма и состав затрат по проектируемому оборудованию и аналогу. Себестоимость продукции – это выраженные в денежной форме затраты на производство и реализацию продукции (работ, услуг). Это один из важнейших показателей, характеризующий производство и реализацию инженерных проектов.

Для выявления резервов снижения себестоимости продукции необходимо знать не только общую сумму затрат по тому или иному продукту, но и величину расходов в зависимости от места их возникновения. Таковую возможность дает

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				







## Заключение

В данном дипломном проекте был спроектирован аппарат с мешалкой, используемый в производстве парфюмерных композиций.

В разделе, посвященном обзору и анализу состояния вопроса, выполнен краткий анализ существующих схем производства парфюмерных композиций и приведены конструкции типовых аппаратов с мешалками, используемых при производстве. На основании анализа выбрана технологическая схема и аппарат.

Технологический раздел посвящен детальному описанию выбранной схемы производства и проектируемому аппарату. Раздел содержит технологические расчеты по аппарату с мешалкой и вспомогательному оборудованию. Определены геометрические размеры аппарата и его составных частей.

Расчетно-конструкторский раздел содержит описание конструкции аппарата и прочностной расчет его основных элементов: обечайки, фланцевого соединения.

Специальный раздел описывает технологию изготовления аппарата. Приведены технологическая, маршрутная и операционная карты.

Раздел, посвященный автоматизации оборудования, описывает используемые средства регулирования и контроля, применяемые в производстве для обеспечения эффективности процесса и его технологичности.

Безопасность и экологичность проекта подтверждается расчетами и указаниями соответствующего раздела. При соблюдении указанных требований гарантируется долговременная и безопасная работа аппарата с мешалкой.

Организационно-экономический раздел содержит расчет величин, показывающих экономическую эффективность проекта.

Спроектированный аппарат удовлетворяет техническому заданию и может быть использован в производстве парфюмерных композиций.

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				

ране труда./Под ред. В.С. Шевцова. – Пятигорск: «Спецпечать», 2002.

14. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л. Безопасность технологических процессов производств (Охрана труда). – М.: Высш. шк., 2001. – 319 с.

15. Тимошенко Н.К., Сандрыкина О.С. Методические рекомендации по выполнению организационно-экономической части дипломного проекта по инженерным специальностям: 250200 «Химическая технология неорганических веществ» 170500 «машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов» 180400 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов».– Невинномысск: НТИ Сев Кав ГТУ, 2003. – 26 с.

					ДП МАХП МДУ-051 М 00.00.00 ПЗ	
		N				