

Материалы лекций
Суворова К. А.,
«Введение в дипломное проектирование»
Переработал и оформил Королев Д. В.
использованы материалы дипломных
проектов и производственной практики

СОДЕРЖАНИЕ

1 Выбор технологической схемы и расчет материального баланса пиротехнического производства	4
1.1 Типовая схема пиротехнического производства	4
1.2 Исходные данные для расчета материального баланса	4
1.3 Последовательность расчета материального баланса	6
2 Основные принципы расчета и выбора оборудования	10
2.1 Исходные данные для расчета и выбора оборудования.....	10
2.2 Расчет времени простоя оборудования в ремонте.....	12
2.3 Расчет эффективного фонда времени работы оборудования	14
2.4 Расчет количества единиц оборудования	14
2.5 Ведомость основного оборудования цеха	16
2.6 Пример для фазы приготовления составов	16
3 Мастерская подготовки компонентов	20
3.1 Основные принципы устройства мастерской	20
3.2 Характеристики компонентов и оборудования	21
3.3 Технологический расчет измельчительного оборудования	25
3.4 Вспомогательное оборудование	27
3.5 Типы и основные параметры оборудования для подготовки компонентов.....	31
4 Мастерская приготовления составов	37
4.1 Основные принципы устройства мастерской	37
4.2 Расчет и выбор оборудования.....	39
4.3 Пример расчета и выбора количества единиц оборудования для приготовления воспламенительного состава	45
4.4 Пример расчета и выбора оборудования для фазы приготовления термитного состава	49
5 Мастерская прессования.....	54
5.1 Основные принципы устройства мастерской	54
5.2 Расчет и выбор оборудования.....	60

5.3 Техника безопасности на фазе прессования.....	64
5.4 Расчет пресс-инструмента.....	66
6 Мастерская сборки изделий	72
6.1 Правила устройства и эксплуатации.....	72
6.2 Сборка ракеты «Алазань – 5»	80
6.3 Линии сборки.....	83
6.4 Сборка РСХТ-40	89
7 склады.....	95
8 Строительная часть	99
Литература	105

1 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ПИРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Типовая схема пиротехнического производства

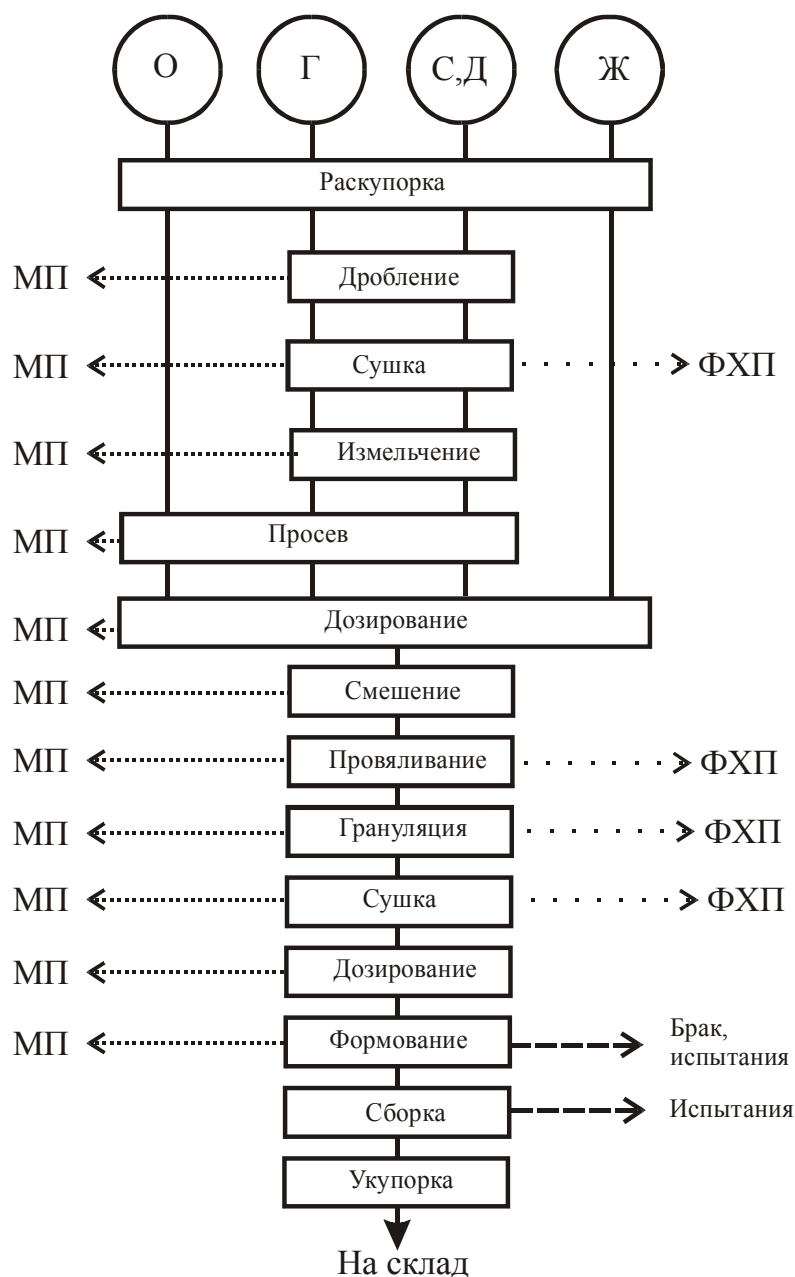


Рисунок 1.1 — Типовая схема пиротехнического производства

1.2 Исходные данные для расчета материального баланса

Таблица 1.1 — Сведения об изделиях и составах

Наименование	Значение
Товарная продукция, изделий/год	
Масса одного изделия, кг	
Потери изделий на испытания, %	
Потери элементов на испытания, %	
Количество бракованных элементов, %	
Количество ОС в изделии, кг	
Количество ВС в изделии, кг	
Выход ОС	
Выход ВС	
Начальная влажность ОС, %	
Конечная влажность ОС, %	
Начальная влажность ВС, %	
Конечная влажность ВС, %	
Количество компонентов в изделии	

Таблица 1.2 — Свойства исходных компонентов

Индекс компонента	Содержание, %		Влажность, %		Коэффициент выхода
	ОС	ВС	до сушки	после сушки	

Перерасчет рецептуры состава

Пересчет необходим для уточнения содержания компонентов в готовых элементах изделия. Это связано с тем, что обычную рецептуру задают по компоненту, загружаемому в смеситель. Эта рецептура не соответствует содержанию компонентов в готовом изделии.

Таблица 1.3 — Пример составления таблицы для пересчета составов

Компонент	Содержание, %	Условное обозначение	Влажность, %
NaNO ₃	34	x	0.2
Mg	58	y	0.1
Идитол	8	z	0.2
Спирт	6/100	t	1

Составляем систему уравнений:

$$x + y + z + t = 100 \quad \text{— баланс по массе}$$

$$0.002x + 0.001y + 0.002z + t = \text{влажн.} \quad \text{— баланс по влаге}$$

$$x/y = 34/58$$

$$z/y = 8/58$$

Коэффициенты выхода компонентов и составов

Таблица 1.4 — Коэффициенты выхода при подготовке компонентов

Тип компонента	Выход компонента по операциям				
	дробление	сушка	измельчение	просев	дозирование
Окислитель	0,997	0,998	0,997	0,997	0,999
Горючее	—	—	0,998	0,998	0,999
Цементатор	0,997	—	0,998	0,998	0,999
Жидкая составляющая	—	—	—	—	0,999

Таблица 1.5 — Коэффициенты выхода составов по операциям

Тип состава	Выход компонента по операциям				
	смешение	грануляция	провялка	сушка	дозирование
ОС	0,998	0,998	0,999	0,999	0,999
ВС	0,998	0,998	0,999	0,999	0,999
ПС	0,998	—	—	—	0,999

1.3 Последовательность расчета материального баланса

Приходная часть сводной таблицы

Объем валовой продукции:

$$Q_{\text{вал}} = Q_{\text{тов}} \cdot 100 / (100 - a),$$

где $Q_{\text{тов}}$ — объем товарной продукции, изделий;

a — потери изделий на испытания, %, обычно $a = 1\%$.

Количество элементов:

$$N_{эл} = Q_{вал} \cdot 100 / (100 - b) \cdot 100 / (100 - c),$$

где $N_{эл}$ — количество однотипных элементов;

b — потери элементов на испытания, %, обычно $b = (0,5 \dots 0,9)\%$;

c — потери, связанные с браком продукции, %, обычно $c = (0,2 \dots 0,3)\%$.

Общая масса компонентов, загружаемая в смеситель:

а) основного состава

$$Q_{ос} = N_{эл} \cdot q_{ос} / t_{ос} + k \cdot N_{эл} \cdot q_{пс} / (t_{ос} \cdot t_{пс}),$$

б) воспламенительного состава

$$Q_{пс} = N_{эл} \cdot q_{пс} / t_{пс} + k \cdot N_{эл} \cdot q_{ос} / (t_{ос} \cdot t_{пс}),$$

где $q_{ос}$, $q_{пс}$, $q_{вс}$ — соответственно, масса основного (ОС), переходного ПС и воспламенительного составов (ВС) в элементе (по чертежу);

k — доля ОС в ПС, обычно $k = 0,5$;

$t_{ос}$, $t_{пс}$, $t_{вс}$ — коэффициент выхода, соответственно, ОС, ПС и ВС.

Количество каждого из компонентов:

$$Q_i = (Q_{ос} \cdot X_i / 100 / t_i + Q_{вс} \cdot Y_i / 100 / t_i) \cdot (100 - w) / (100 - w_0),$$

где X_i , Y_i — содержание i компонента в ОС и ВС;

w , w_0 — конечная и исходная влажность компонентов при подготовке, %;

t_i — коэффициент выхода i -того компонента при подготовке.

Примечание:

X_i , Y_i — содержание компонентов в составах, %, полученное после пересчета рецептуры путем решения системы уравнений.

Расходная часть

Масса заряда:

$$m = (q_{ос} + q_{пс} + q_{вс}) \cdot n,$$

где $q_{ос}$, $q_{пс}$, $q_{вс}$ — масса ОС, ПС и ВС;

n — количество элементов в изделии.

Масса товарной продукции:

$$M_{mn} = m \cdot Q_{тов},$$

Потери состава с изделиями и элементами:

а) потери на испытания изделий:

$$M_{изд} = m \cdot Q_{вал} \cdot a = m \cdot Q_{тов} \cdot a / (100 - a),$$

б) потери на испытания элементов:

$$M_{эл} = m \cdot N_{эл} \cdot b / (100 - b),$$

в) потери с браком:

$$M_{бр} = m \cdot N_{эл} \cdot c / (100 - c).$$

Потери при приготовлении и дозировании составов:

а) основного состава

$$Q_{mn oc} = Q_{oc} \cdot (1 - t_{oc}),$$

$$Q_{фхп oc} = Q_{oc} \cdot (w_0 - w) / (100 - w_0),$$

где w_0, w — исходная и конечная влажность составов, $w = (0,3 \dots 0,8)\%$;

w_0 — рассчитывается.

б) воспламенительного состава:

$$Q_{mn вc} = Q_{вc} \cdot (1 - t_{вc}),$$

$$Q_{фхп вc} = Q_{вc} \cdot (w_0 - w) / (100 - w_0),$$

в) переходного состава:

$$Q_{nc} = k \cdot N_{эл} \cdot q_{nc} / (t_{nc} \cdot t_{oc}) + (1 - k) \cdot N_{эл} \cdot q_{вc} / (t_{вc} \cdot t_{nc}),$$

$$Q_{mn nc} = Q_{nc} \cdot (1 - t_{nc}).$$

Потери с компонентами:

$$Q_{mn i} = Q_i \cdot (1/t_i - 1),$$

где $Q_{mn i}$ — механические потери i -того компонента;

Q_i — потребное количество i -того компонента (взятое из приходной части);

t_i — коэффициент выхода i -того компонента.

Оформление результатов расчета

Результаты расчета сводятся в таблицу (см. таблицу 1.6) и суммируются. В результате суммирования получаются итоговые цифры приходной и расходной части.

Результаты расчетов считаются удовлетворительными, если расхождение в статьях баланса не более 3% при ручном счете и не более 0,1% при компьютерном расчете.

Таблица 1.6 — Сводная таблица материального баланса

Приход	Масса, кг	Расход	Масса, кг
NaNO ₃		Товарная продукция	
KNO ₃		Изделия на испытания	
Mg		Элементы на испытания	
Идитол		Элементы в брак	
Спирт		Потери составов:	
		— механические	
		ОС	
		ВС	
		ПС	
		— физико-химические	
		ОС	
		ВС	
		Потери компонентов:	
		— механические	
		NaNO ₃	
		KNO ₃	
		Mg	
		идитол	
		спирт	
		— физико-химические	
		NaNO ₃	
		KNO ₃	
		Mg	
		идитол	
ИТОГО		ИТОГО	

2 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА И ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ

2.1 Исходные данные для расчета и выбора оборудования

Исходными данными для расчета и выбора оборудования являются:

- технологическая схема производства;
- результаты расчета материального баланса;
- отраслевые нормы и правила;
- каталоги на оборудование;
- данные для расчета годового фонда времени работы оборудования:
 - а) режим работы предприятия;
 - б) структура ремонтного цикла оборудования;
 - в) сведения о количестве выходных, праздничных и укороченных дней.

Для удобства проектирования по каждой стадии технологической схемы (подготовка компонентов, приготовление составов, уплотнение, сборка) рассчитываются данные о годовой, месячной, суточной, сменной и часовой потребности (см. таблицу 2.1).

Таблица 2.1 — Потребность в сырье и материалах

Вид продукции	Единица измерения	Потребность				
		Год	Месяц	Сутки	Смена	Час

Выбор того или иного оборудования для определенной стадии производства, как правило, регламентируется отраслевыми нормами и правилами. Пример выбора сушильных аппаратов для различных материалов приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 — Классификация применения сушильных аппаратов в зависимости от основных свойств высушиваемого материала [1]

Характеристика		Типы сушилок				
		полочные	полочные вакуумные	барабанные вращающиеся	вибрационные	псевдоожиженного слоя
Дисперсность материала, мм	0.5	5	5	5	0	3
	0.5—5.0	5	5	5	5	5
	5.0	5	5	3	5	3
Допустимая температура нагрева, °С	50	3	5	5	3	3
	100	5	5	5	5	5
	> 100	5	3	5	5	5
Технологические характеристики порошкообразного материала:						
— склонный к адгезии		3	3	3	5	0
— не склонный к адгезии		5	5	5	5	5
— склонный к когезии		5	5	3	3	0
— пылящий		3	5	3	3	3
— пожароопасный		0	5	3	5	3
— взрывоопасный		0	5	3	5	3
— токсичный		0	5	0	0	3
Требуемое время сушки:						
0.3—3.0 с		0	0	0	0	0
3.0—30 с		0	0	0	0	0
0.5—2.0 мин		0	0	0	5	3
2.0—20 мин		3	3	3	5	5
10—60 мин		5	5	5	5	5
> 60 мин		5	5	5	0	0
Сумма баллов:		0	28	24	26	0

Режим работы предприятия зависит от условий труда, количества рабочих дней в неделю, продолжительности рабочей смены и т. д. (см. табл. 2.3).

Таблица 2.3 — Режим работы предприятия

Наименование данных	Производство с нормальными условиями труда			Производство с вредными условиями труда				
	Рабочие недели							
	5-ти дневная		6-ти дневная	5-ти дневная		6-ти дневная		
Продолжительнос ть смены, час.	8.2	8	утро-8 веч. -8 ночь-7	7	7.2	7	утро-7 веч. -7 ночь-7	6
Число смен	2, 1	2, 1	3	2, 1, 3	2, 1	2, 1	3	1, 3, 4
Продолжительнос ть рабочей недели, час.	41			36				
Количество календарных дней в году	365							
Количество рабочих дней в году	253	260	271	305	253	260	271	305
Количество праздничных дней в году	8							
Количество дней отдыха в году	104	97	86	52	104	97	86	52
Количество сокращенных рабочих дней в году	6*			58**	—	—	—	—

Примечание:

* — продолжительность смены сокращается на 1 час только в предпраздничные дни

** — продолжительность смены сокращается на 1 час в предвыходные и предпраздничные дни

2.2 Расчет времени простоя оборудования в ремонте

Расчет времени простоя оборудования в ремонте рассмотрим на примере линии подготовки калиевой селитры

Время простоя оборудования в ремонте определяем по каждому виду

ремонта, исходя из категории ремонтной сложности оборудования, структуры ремонтного цикла, продолжительности межремонтных периодов и нормы простоя оборудования в ремонте на одну условную ремонтную единицу. Указанные нормативы представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.4 — Структура ремонтного цикла линии подготовки калиевой селитры

Наименование оборудования	Структура ремонтного цикла	Межремонтный период, мес	Ремонтный цикл в годах	Группа ремонтной сложности	Нормы простоя оборудования в ремонте		
					Т	С	К
Линия подготовки калиевой селитры	К-2Т-С1-2Т-С2-2Т-С3-2Т-С4-2Т-К	4	5	7	0,25	0,6	1,0

Принимаем режим работы ремонтной бригады в одну смену.

Рассчитаем длительность ремонтного цикла:

$$T_{p.ц.} = (t_m (t_k + t_c + t_m))/12,$$

где $T_{p.ц.}$ — длительность ремонтного цикла, ч;

t_m — межремонтный период, мес;

t_k — число капитальных ремонтов;

t_m — число текущих ремонтов.

Эти величины определяются по структуре ремонтного цикла (см. табл. 2.5). Следовательно:

$$T_{p.ц.} = (4 (1+4+10))/12 = 5.$$

Далее рассчитываем время простоя оборудования на год в днях:

— в капитальном ремонте:

$$n_k = (I N_k t_k)/T_{p.ц.} = (7 \cdot 1 \cdot 1)/5 = 1,4 \text{ дня, принимаем 2 дня,}$$

— в среднем ремонте:

$$n_c = (I N_c t_c)/T_{p.ц.} = (7 \cdot 0,64)/5 = 3,36, \text{ принимаем 4 дня,}$$

— в текущем ремонте:

$$n_m = (I N_m t_m)/T_{p.ц.} = (7 \cdot 0,25 \cdot 10)/5 = 3,5, \text{ принимаем 4 дня,}$$

где n — количество дней простоя оборудования в соответствующем ремонте;

I — группа ремонтной сложности оборудования;

N — норма простоя оборудования в соответствующем ремонте.

В случаях общеупотребительного оборудования можно пользоваться ОНТП [2—4].

2.3 Расчет эффективного фонда времени работы оборудования

При расчете эффективного фонда времени работы оборудования необходимо учитывать режим работы предприятия, структура ремонтного цикла оборудования, сведения о количестве выходных, праздничных и укороченных дней (см. табл. 2.4).

Таблица 2.5 — Структура времени работы оборудования

Затраты времени	Фонд времени	
	дни	часы
Календарный фонд времени	365	8760
Нерабочие дни по режиму:		
— выходные	96	
— праздничные	9	
Номинальный (режимный) фонд времени	250	1800
Планируемые остановки оборудования в рабочие дни		
— на капитальный ремонт	2	
— на средний ремонт	4	
— на текущий ремонт	4	
Эффективный фонд времени	240	1724
Сокращенные часы рабочих смен		8
— в предпраздничные дни		
— в предвыходные дни		
— по технологическим причинам		
Оперативный фонд времени работы оборудования		1716

2.4 Расчет количества единиц оборудования

Расчет количества единиц оборудования рассмотрим на примере

стадии подготовки калиевой селитры.

Допустим, что потребное количество калиевой селитры по расчету материального баланса составляет 437600 кг в год. Предполагаем подготовку калиевой селитры вести на линии подготовки калиевой селитры (см. рис. 2.1 и табл. 2.6).

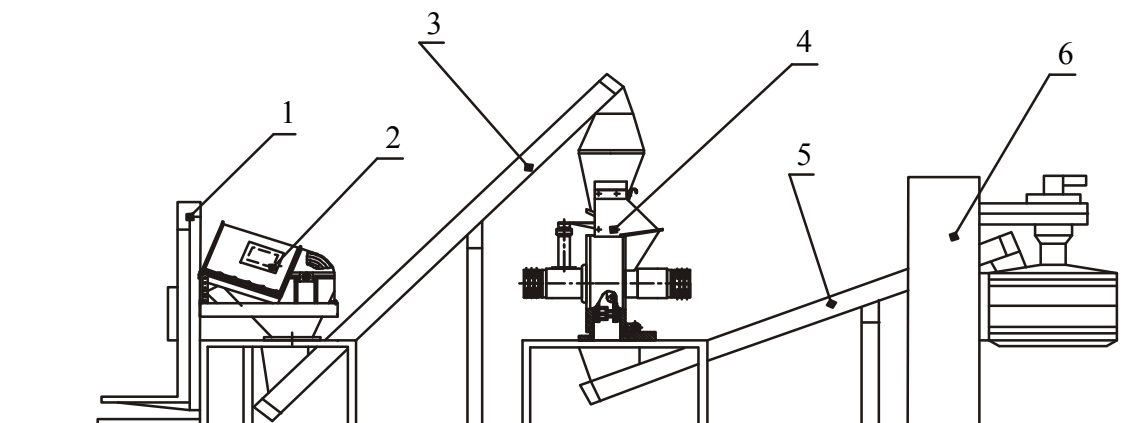


Рисунок 2.1 — Механизированная линия подготовки нитрата калия: 1 — подъемный стол, 2 — зубчатая дробилка, 3,5 — шнек, 4 — дезинтегратор, 6 — гранулятор

Таблица 2.6 — Основные технологические характеристики линии подготовки калиевой селитры

Наименование параметра	Значение параметра
Производительность, кг/час	200
Влажность продукта, %:	
до сушки	1—1,2
после сушки	0,1
Общая мощность электродвигателей, кВт	36,5
Габаритные размеры, L·В·Н, м	8·4,5·5,5
Масса, кг	6500

Годовая производительность линии равна

$$Q_{год} = T_{он} \cdot Q_{ч} = 1464 \cdot 200 = 292800 \text{ кг.}$$

Годовая потребность в компоненте $Q_{ном}=437600$ кг.

Необходимое количество линий

$$n = Q_{ном} / Q_{год} = 437600 / 292800 = 1,5.$$

Принимаем количество линий равное 2.

При этом коэффициент загрузки оборудования будет равен

$$k = 1,5/2 = 0,75.$$

Нормальным считается, когда коэффициент загрузки оборудования равен 0.95...1.03. Поэтому в данном случае оборудование будет недогружено. Для того, чтобы этого избежать на стадии проектирования корректируют общую производительность цеха.

2.5 Ведомость основного оборудования цеха

Итогом расчетов является сводная ведомость оборудования, состоящая из следующих граф:

- наименование операции
- название оборудования
- основные характеристики оборудования (производительность, масса, мощность, габаритные размеры, количество обслуживающего персонала)
- расчетная производительность, кг/час или шт/час;
- время работы аппарата в сутки, час;
- суточное задание, кг/сут или шт/сут;
- требуемое количество единиц оборудования, шт;
- коэффициент загрузки;
- принятое количество единиц оборудования;
- установочная мощность, кВт;

2.6 Пример для фазы приготовления составов

Рассмотрим пример расчета количества единиц оборудования для фазы приготовления составов. Допустим, что в проектируемой мастерской предполагается приготовление двух воспламенительных составов: воспламенительного состава №1 и универсального воспламенительного состава (УВС). Потребное количество обоих составов по техническому

регламенту составляет 30 кг/час.

Для приготовления этих составов предполагается использовать агрегат приготовления составов АПС-5 (см. таблицу 2.7).

Таблица 2.7 — Основные технические характеристики АПС-5

Наименование параметра	Значение параметра
Объем чаши, м ³	0,08
Загрузка чаши, м ³	0,04
Время смешивания состава, мин:	
сухого	5—8
с жидкой составляющей	15—25
Частота вращения, об/мин:	
крайних лопастей	18,3
средней лопасти	15,6
Габаритные размеры L·B·H, м	2,03·1,37·3,04
Масса, кг	3010

Нормы простоя агрегата в ремонте приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 — Структура ремонтного цикла АПС-5

Наименование оборудования	Структура ремонтного цикла	Межремонтный период, мес	Ремонтный цикл в годах	Группа ремонтной сложности	Нормы простоя оборудования в ремонте		
					Т	С	К
Агрегат приготовления составов (АПС-5)	К-2Т-С1-2Т-С2-2Т-С3-2Т-С4-2Т-К	4	5	6	0,25	0,6	1,0

Простой АПС-5 в ремонтах за год в днях:

— в капитальном $(6 \cdot 1 \cdot 1) / 5 = 1,2$ дня, принимаем 2 дня;

— среднем $(6 \cdot 0,6 \cdot 4) / 5 = 2,9$ дня, принимаем 3 дня;

— текущем $(6 \cdot 0,25 \cdot 10) / 5 = 3$ дня.

Расчет оперативного времени работы оборудования приведен в таблице 2.9.

Производительность смесителя определяется технологическим

регламентом, поэтому рассчитаем длительность производственного цикла смешения T в минутах:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5,$$

где T_1 — время, затрачиваемое на загрузку чаши смесителя, $T_1 = 1$ мин;

T_2 — время смешения сухих компонентов, $T_2 = 5$ мин;

T_3 — время смешения состава с жидкой составляющей, $T_3 = 7$ мин;

T_4 — время передачи состава из узла смешения в узел гранулирования, $T_4 = 1$ мин;

T_5 — время гранулирования состава, $T_5 = 6$ мин.

Длительность каждой указанной операции соответствует технологическому регламенту. Следовательно:

$$T = 1 + 5 + 7 + 1 + 6 = 20 \text{ мин} = 0,3 \text{ ч.}$$

Массовая производительность смесителя периодического типа:

$$G = (v \cdot \rho \cdot K_3) / T,$$

где G — производительность смесителя, кг/ч;

v — номинальный объем смесительной камеры, куб. м;

ρ — насыпная плотность приготавливаемой смеси, $\rho = 799$ кг/куб. м, для состава №1; $\rho = 800$ кг/куб. м, для УВС;

K_3 — коэффициент заполнения смесительной камеры, $K_3 = 0,5$;

T — длительность производственного цикла смешения, ч.

Для состава №1

$$G = (0,08 \cdot 0,5 \cdot 799) / 0,3 = 107,$$

для УВС

$$G = (0,08 \cdot 0,5 \cdot 800) / 0,3 = 107.$$

Определим количество необходимых операций за сутки

$$a = V / V_p,$$

где $V = (Q / \rho) k \cdot t_{см}$ — суточная производительность по составу, куб.м;

Q — потребное количество состава в час, кг/ч;

k — количество смен;

$t_{см}$ — длительность смены, ч.

V_p — разовый объём загрузочной чаши аппарата, куб.м.

Для состава №1

$$V = (30/799) 1 \cdot 7,2 = 0,27,$$

для УВС

$$V = (30/800) 1 \cdot 7,2 = 0,27.$$

Следовательно, для обоих составов:

$$a = 0,27/0,04 = 6,75.$$

Определяем количество циклов на одном аппарате за сутки:

$$b = (k \cdot t_{cm})/T.$$

Для обоих составов

$$b = (1 \cdot 7,2)/0,3 = 24.$$

Необходимое количество аппаратов определяется по формуле:

$$n = a/b.$$

Для обоих составов

$$n = 6,75/24 = 0,28.$$

С учетом запаса времени $n' = n \cdot 1,15 = 0,28 \cdot 1,15 = 0,32$. Принимаем $n' = 1$.

Суточная производительность мастерской приготовления составов:

$$Q_{сут} = (n' \cdot Q \cdot k \cdot t_{cm})/T.$$

Для обоих составов

$$Q_{сут} = (1 \cdot 30 \cdot 7,2)/0,3 = 654,5.$$

3 МАСТЕРСКАЯ ПОДГОТОВКИ КОМПОНЕНТОВ

3.1 Основные принципы устройства мастерской

В мастерской подготовки компонентов, как правило, предусматривается подготовка следующих групп компонентов:

- окислители;
- горючие компоненты;
- металлические горючие;
- лаковые составляющие.

Эта классификация условна и может быть дополнена признаками:

- по способности к самовозгоранию и пожароопасности (например сера);
- по взрывоопасности (например хлораты);
- по вредности и токсичности;
- по способности загрязнять окружающую среду.

Потребное количество зданий для мастерской определяется из следующих принципов:

- исключение образования взрыво- и пожароопасных смесей (окислители и горючие готовятся в разных зданиях);
- исключение загрязнения одного компонента другим.
- допускается готовить группы разнородных компонентов (окислители и горючие) в одном здании разделенном капитальной стеной;
- допускается варка различных компонентов (резинат кальция) в мастерской смешения при наличии отдельного входа.

Здания мастерской подготовки компонентов— одноэтажные. Каждое здание разделяется на технологическую и санитарно-бытовую и административную части.

Как правило, каждый разнородный компонент готовится в отдельном здании.

При определении потребного количества помещений в здании

запрещается:

- осуществлять раскупорку в помещениях хранения переходного запаса компонентов;
- для раскупорки хлоратов, металлических горючих, серы требуется отдельное помещение;
- допускается растаривание нитратов в помещении где находится линия их подготовки;
- допускается хранить небольшое количество компонентов в мастерской подготовки компонентов.

Общая схема подготовки компонентов приведена на рисунке 3.1.

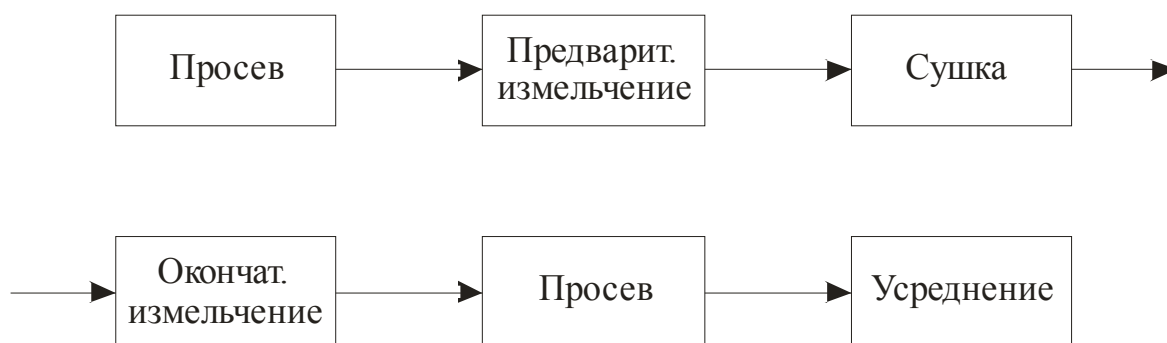


Рисунок 3.1 Общая схема подготовки компонентов

Наиболее полно приведенная схема соответствует подготовке нитратов. Для многих компонентов некоторые стадии отсутствуют. Например металлические порошки подвергаются лишь контрольному просеву.

3.2 Характеристики компонентов и оборудования

Исходные компоненты поступают на склад, а затем в мастерскую подготовки в различной таре (см. таблицу 3.1). При проектировании необходимо предусмотреть операцию раскупорки, соответствующие помещения и инструмент либо оборудование. Например, для металлических порошков— установку для вскрытия банок.

По окончании подготовки компоненты сыпаются в металлические

лотки, либо мешки.

Таблица 3.1 — Характеристики компонентов, поступающих на склад

Тип компонента	Наименование компонента	Стандарт (ГОСТ)	Влажность в состоянии поставки, %, не более	Вид тары (упаковка)
Окислители	NaNO_3	828-77Е	0.5-1.0	4-,5-слойн.бумажные ламинированные мешки; 5-,6-слойн. битум. мешки по ГОСТ 2226-75; 4-,5-слойн.бумажные мешки с вкладышем из п/э или ПВХ пленки
	KNO_3	19790-74	0.08-0.2	в бумажные мешки по ГОСТ 2226-75 в льно-джуто-кенафные мешки по ГОСТ 18225-72. При длительном хранении мешок помещают в металлический барабан по ГОСТ 5044-79.
	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	2820-73	0.15	в п/э мешки по ГОСТ 17811-78, а затем в бумажные мешки по ГОСТ 2226-75; в льно-джуто-кенафные мешки по ГОСТ 18225-72. При длительном хранении мешок помещают в металлический барабан по ГОСТ 5044-79.
	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	1713-79	0.05	в п/э мешки по ГОСТ 17811-78, вложенные в 4-х слойные бум.мешки марки НМ по ГОСТ 2226-75
	KClO_3	2713-74	0.05-6	в мешки-вкладыши из п/э пленки по ГОСТ 10354-82, вложен.в оцинкован.барабаны по ГОСТ 5044-79 или в карт.барабаны или в дерев.бочки
	Ф-3	13744-87	0.05-0.15	в п/э мешки по ГОСТ 17811-78, завяз.шпагатом по ГОСТ 16266-70 или кордовой нитью, эти мешки кладывают в 3-х слойн.бум.мешки марки НМ по ГОСТ 2226-75

Продолжение таблицы

Тип компонента	Наименование компонента	Стандарт (ГОСТ)	Влажность в состоянии поставки, %, не более	Вид тары (упаковка)
Связующие и флегматизаторы	Бакелит	4559-78	5-19	по ГОСТ 9980.3-86, раздел 3. Разливают в стальные бочки по ГОСТ 6247-72 (допускается упаковка по ГОСТ 4799-69)
	СФ-0112А	18694-80	—	по ГОСТ 9980-80, раздел 3. В 4-5 слойн.бум. В 4-5 слойн.бум.меш.марки НМ с п/э вкладышами; ламиниров. мешки марки ПМ по ГОСТ 2226-75 в 3-х слойные бум.мешки по ГОСТ 2226-75, помещенные в п/э мешки
	СФ-340А	18694-80	1.5	-“-
	СФ-342А	18694-80	2.0	-“-
	Стеарин	6484-64	0,5-0,5	в 4-х слойн.бум.мешки по ГОСТ 2226-75 или в двойн. мешки или в деревян.фанерн.бочки,обложенные внутри пропитанной тканью
	Церезин	7658-74	Осутст.	о ГОСТ1510-84 с доп.: церезин отливают в виде плит, болванок,стружки и упаковывают в бум.мешки по ГОСТ 2226-75, коробки и др. мешки из полимерных материалов
Добавки	SrCO ₃	2821-75	0.5	в п/э мешки по ГОСТ 17811-72, вложен. в бум. мешки по ГОСТ 2226-75
	ГХБ	17445-8	0.1	в 4-5 слойн.бум.мешки, не пропитанные,типа НМ с мешками-вкладышами по ГОСТ 19360-74 из п/э пленки
	ДЦД	6988-73	0.7	в 4-х слойн.бум.битум. мешки (ГОСТ2226-88); 3-4х слойн.бум.мешки с вкл. из п/э пленки; 4-5 слой - ламинированные мешки
	Криолит	10561-80	0.2-0.8	в мягкие спец.контейн.для сыпучих материал; в мягкие спец.контейн.типа МКР-1,ОС и МКР-1,ОМ п/э мешки по ГОСТ 17811-78; 5-6 слойн.бум.мешки марок БМи ПМ ГОСТ226-75
	NH ₄ Cl	2210-73	0.2-1.0	в 4-х слойн.бум.мешки марки НМ; 4-х слойн. битум.мешки марки ПМ ГОСТ 2226-75; п/э мешки по ГОСТ 17811-78

Рекомендации по выбору измельчительного оборудования приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 — Оборудование для измельчения компонентов

Тип компонента	Примеры	Предвари- тельное измельчение			Окончательное измельчение						
		дробилка дисковая	дробилка щековая	дробилка валковая	шнековая дробилка	дробилка роторная (кулачковая, газоструйная мельница	дезинтегратор	дисмембратор	шаровая мельница	шаровая вибромельница	
Нитраты щелочных и щелочно-земельных металлов	NaNO ₃ , KNO ₃ , Sr(NO ₃) ₂ , Ba(NO ₃) ₂										
Хлораты и перхлораты металлов	KClO ₄ , NH ₄ ClO ₄ , KClO ₃										
Оксиды металлов	Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , MnO ₂										
Твердые, хрупкие сплавы металлов, карбиды, бориды, силициды	FeSi, CaSi ₂ , FeSiCr										
Нашатырь	NH ₄ Cl										
Цементаторы хрупкие	Идитол, канифоль, смолы										
Органические горючие	Антрацен, парафин, стеарин										
Фтор-, хлорсодержащие органические соединения	C ₆ Cl ₆ , C ₂ Cl ₆										
Инертные добавки	CaCO ₃ , Na ₃ AlF ₆										
Полимерные фтор-, хлорсодержащие	ПВХ, Ф-4										

Остаток на сите до измельчения и после измельчения для некоторых окислителей приведен в таблице 3.3, насыпная плотность и дисперсность в таблице 3.4.

Таблица 3.3 — Остаток на сите до измельчения (числитель) и после измельчения (знаменатель),%

Окислитель	Номера шелковых сит (размер ячейки, мм)				
	15 (490)	25 (270)	38 (150)	46 (120)	61 (90)
NaNO ₃	$\frac{0-4}{0}$	$\frac{12-34}{0-2}$	$\frac{73-93}{1.9-7}$	$\frac{88-98}{2-10}$	$\frac{93-100}{7.5-19}$
KNO ₃	$\frac{0-1.5}{0}$	$\frac{7.5-10.5}{0-2}$	$\frac{40-55}{2.5-19}$	$\frac{64-75}{7-34}$	$\frac{74-81}{10-39}$
Ba(NO ₃) ₂	$\frac{0-6.5}{0}$	$\frac{3-16}{0-2}$	$\frac{34-76}{2-16}$	—	$\frac{65-97}{6-39}$
Sr(NO ₃) ₂	$\frac{0-4}{0}$	$\frac{17-44}{0-6}$	$\frac{41-80}{45-23}$	$\frac{60-93}{15-33}$	$\frac{86-100}{20-38}$
KClO ₃	$\frac{0-6.5}{0}$	$\frac{8-80}{0}$	$\frac{24-65}{0}$	$\frac{60-88}{0}$	$\frac{71-93}{0}$

Таблица 3.4 — Насыпная плотность и дисперсность окислителей

Окислитель	Насыпная плотность, г/см ³	Размер частиц, мкм	
		исходное состояние	после подготовки
NaNO ₃	0,5—1,1	100—400	100—160
KNO ₃	0,4—1,0	100—430	100—140
Sr(NO ₃) ₂	0,6—1,5	100—430	100—120
Ba(NO ₃) ₂	0,8—1,5	100—310	100—200
KClO ₃	—	100—480	100—140

3.3 Технологический расчет измельчительного оборудования

Наиболее простой и часто используемой в подготовке компонентов для предварительного измельчения является валковая дробилка. Рассмотрим пример расчета ее параметров.

Дано:

- производительность дробилки G , кг/с;
- максимальный начальный размер кусков d_n , м;
- степень измельчения $i=3-4$

Найти:

- угол захвата α ; град;

- диаметр валка D ; м;
- зазор между валками a ; м;
- длину валков L ; м;
- частоту вращения валков n , об/с;
- потребляемую мощность N , кВт

Расчет:

1. Расчет угла захвата α

Условие захвата:

$$\alpha \leq 2\varphi,$$

где φ — угол трения материала о поверхность валка.

Обычно коэффициент трения $f = 0.3\text{--}0.35$. Так как $f = \operatorname{tg}(\varphi)$,
то $\varphi = 16.7\text{--}19.3$.

Принимаем $\alpha = 30$, тогда $\cos(\alpha/2) = 0.966$.

2. Зазор между валками

Выбираем степень измельчения $i = 4$. Тогда: $a = d/4$.

3. Диаметр валков

$$D = \frac{d \cos(\alpha/2) - a}{1 - \cos(\alpha/2)},$$

где d — максимальный диаметр загружаемых кусков, м; a — зазор между валками.

4. Число оборотов валков

$$n \leq 100 \sqrt{\frac{f}{DdR}},$$

где $f = 0.3\text{--}0.5$ — коэффициент трения материала; D — диаметр валка, м;
 d — максимальный размер загружаемого куска, м; R — плотность
измельчаемого материала, кг/м³.

5. Длина валков

$$L = \frac{G}{1.25\pi nDaR\psi},$$

где a — ширина загрузочной щели, м; ψ — степень разрыхления

материала; $\psi = 0.2-0.3$ — при дроблении твердых материалов, $\psi = 0.4-0.6$ — при дроблении глинистых вязких материалов;

Обычно $L=(0.5-0.7)D$, м

6. Мощность электропривода

$$N = 720LDn\left(d + \frac{D}{120}\right), \text{ кВт}.$$

Рекомендаций по технологическому расчету оборудования пиротехнических производств в открытой литературе практически нет. Поэтому для проведения такого вида расчетов можно использовать литературу по смежным областям. Рекомендации для расчета измельчительного оборудования можно найти в [5—8, 10], оборудования классификации порошков— в [6, 7], сушильного оборудования— в [9].

3.4 Вспомогательное оборудование

К вспомогательному оборудованию на стадии подготовки компонентов относятся:

- система межоперационного транспорта;
- система вентиляции;
- бункера.

В качестве системы межоперационного транспорта могут использоваться различные конвейеры, например ленточные или винтовые.

Наиболее часто используемым является винтовой конвейер. Рассмотрим технологический расчет его параметров.

Исходные данные:

- производительность конвейера Q , т/ч;
- характеристика транспортируемого груза;
- длина перемещения;
- угол наклона трассы β .

Задача расчета:

- определение геометрических параметров винта;

- определение частоты вращения винта;
- расчет потребляемой мощности;
- при необходимости осуществляются прочностные расчеты некоторых элементов.

Диаметр и шаг винта определяют по заданной производительности (Q , т/ч), которую можно записать в виде:

$$Q = 3,6 F v \rho,$$

где F — площадь поперечного сечения груза в желобе, м^2 ; v — скорость груза, м/с ; ρ — плотность груза, кг/м^3 .

Площадь поперечного сечения груза (F , м^2) в желобе с учетом коэффициента заполнения (φ) желоба будет

$$F = \frac{\pi D_{\text{в}}^2}{4} \varphi,$$

где $D_{\text{в}}$ — диаметр винта, м ; φ — коэффициент заполнения (см. таблицу 3.5).

Таблица 3.5 — Значения коэффициентов φ и A

Вид груза	Пример груза	Значения коэффициентов	
		φ	A
Зернистый	Нитрат аммония гранулированный	0,35...0,45	60
Молотый	Нитрат натрия	0,32	45
Хлопьевидный	Фторопласт	0,25	30

Скорость перемещения груза (v , м/с) вдоль оси винта зависит от шага винта S и частоты его вращения n

$$v = Sn/60.$$

Подставив в формулу (1) значения (2) и (3), получим

$$Q = 3,6 \frac{\pi D_{\text{в}}^2}{4} \varphi \frac{Sn}{60} \rho = 0,047 D_{\text{в}}^2 Sn \rho \varphi.$$

Для определения производительности наклонных винтовых конвейеров вводится поправочный коэффициент K , учитывающий

снижение производительности при наклонном транспортировании:

$$Q = 0,047 D_{\%}^2 S n \rho \varphi K.$$

В формулу производительности входят три параметра шнека, которые необходимо определить. Чтобы найти диаметр шнека, надо уравнение производительности решить относительно $D_{\%}$, задавшись двумя другими величинами — S и n .

Значения коэффициента K выбирают в зависимости от угла наклона конвейера β .

Угол наклона β , град		5	10	15	20	30
Коэффициент K		0,95	0,9	0,8	0,7	0,7

Обычно шаг винта определяют в зависимости от диаметра винта, т.е.

$$S = K D_{\%},$$

где $K = 1.0$ для сыпучих, мелкокусковых, зернистых, гранулированных и пылевидных грузов; $K = 0,8$ для труднотранспортируемых и абразивных грузов.

При $S = D$

$$Q = 0,047 K D_{\%}^3 n \rho \varphi C,$$

откуда

$$D_{\%} = \sqrt[3]{\frac{Q}{0,047 n \rho K \varphi C}}.$$

Диаметр винта уточняют в соответствии с ГОСТ 2037-75.

Частота вращения винта зависит от перемещаемого груза. Максимальную частоту вращения для горизонтального шнека можно определить по эмпирической формуле

$$n_{\max} = \frac{A}{\sqrt{D_{\%}}},$$

где A — коэффициент, который выбирают в зависимости от транспортируемого груза (см. таблицу 3.5).

Задачу определения необходимых геометрических и кинематических

параметров винта решают последовательным приближением по следующей схеме.

Предварительно выбирается диаметр из ряда диаметров по ГОСТ 2037-75. По формуле рассчитывается диаметр винта. Частота вращения винта получается путем подстановки значения диаметра винта D_v в формулу для производительности при $S = D$. Полученное значение частоты вращения сравнивается со значением, найденным по прямой формуле. Желательно, чтобы это значение было возможно ближе к значению $n_{\max}$. Если выполняется условие $n \leq n_{\max}$, то параметры винта можно считать определенными и расчет на этом закончить. В противном случае необходимо расчет повторить, задавшись другим диаметром винта по ГОСТ 2037-75.

Потребная мощность (P , кВт) на валу винта для горизонтальных и наклонных конвейеров может быть определена по формуле

$$P = \frac{Q}{367}(L\omega + H),$$

где Q — массовая производительность конвейера, т/ч; L — длина транспортирования по горизонтали, м; ω — коэффициент сопротивления перемещению груза, учитывающий трение груза о винт и желоб, потери на трение в подшипниках; при транспортировании неорганических солей $\omega = 1,4 \dots 1,6$.

Поскольку многие операции при подготовке компонентов являются пылящими (измельчение, просев), помещения оборудуются системой вентиляции (см. таблицу 3.5).

Таблица 3.6 — Данные для выбора системы вентиляции

Производственные установки и оборудование	Требования к вентиляции
Дробилка для среднего дробления	Вытяжка из бункерной части, обеспечивающая 300-кратный воздухообмен в час
Шкаф для сушки смесей, изделий	Зонт над дверцами со скоростью движения воздуха во входном отверстии не менее 1 м/с
Мельница периодического действия (сухого размола)	Вытяжная вентиляция их кожуха с аспирацией, обеспечивающей 200-300-кратный обмен воздуха в час. Скорость движения воздуха во входном отверстии патрубка должна быть минимальной (0,2—0,4 м/с) во избежание потерь материала
Сито	Местная вытяжка от кожуха, обеспечивающая 200—300 кратный воздухообмен в час. Скорость движения воздуха в открытом рабочем проеме кожуха должна быть не менее 0,7 м/с. Скорость движения воздуха во входном отверстии патрубка не должна превышать 0,22—0,4 м/с.
Чашечные весы для дозирования	Укрытие в виде кожуха с вытяжкой, обеспечивающей скорость движения воздуха в проеме при открытой дверце 0,7 м/с

3.5 Типы и основные параметры оборудования для подготовки компонентов

Параметры оборудования, применяемого для измельчения компонентов приведены в таблице 3.7, для просеивания компонентов— в таблице 3.8, агрегаты и линии— в таблицах 3.9, 3.10.

Таблица 3.7 — Параметры оборудования для измельчения
КОМПОНЕНТОВ

Наименование	Обозначение	Исходная крупность, мм	Конечная дисперсность, мм	Производи- тельность, кг/час	Загрузочная емкость, л, кг	Электро- двигатель		Расход электро- энергии, кВт· час	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
						N, кВт	n, об/мин			
Дробильная установка (окислители)	ДУ	До 50	До 20	120	12	2,8	960	2,24	1100	1400× 1100× 1300
Дробилка дисковая с вынесенными подшипниками (окислители)	ДДП	До 50	До 30	80-200	25, 10-12	1.7	1420	1.02	83	590× 325
Дробилка двухступенчатая кулачковая (окислители)	ДДК	До 50	До 3	1500- 200	-	7	1440	5.6	240	1575× 970× 1060
Дробилка валковая (цементаторы)	ДВ	До 170	До 40	33-37	22	4,8	1440	3,84	600	500× 650× 540
Дробилка молотковая (нашатырь)	ДМ	До 50	5	200- 300	-	2	975	1,6	183	684× 600× 780
Установка для измельчения (окислители)	УИ	До 50	До 6	13	13	7	1440	5,6	700	2140× 1070× 1185
Механизм для протирки (антрацен, стеарин, парафин)	МП	До 15	1,6	1000	18	4,2	1460	3,36	465	1450× 1092
Установка для тонкого измельчения (цементаторы)	УТИ	До 20	До 0,28	20-50	27	6,3	1460	5,04	600	1450× 1250× 1750
Дисмембратор (цементаторы)	ДС	До 20	До 0,28	20-50	27	6,8	960	5,44	300	600× 700× 970
Дезинтегратор (окислители)	ДЗ		До 0,28	95-300	33	3,8	960	3,04	500	710× 650× 1000
Дробилка шнековая для грубого измельчения цементаторов	ДШЦ- 200	До 250	До 15	200	30	1,5	950	1,2	320	990× 410× 900

Наименование	Обозначение	Исходная крупность, мм	Конечная дисперсность, мм	Производи- тельность, кг/час	Загрузочная емкость, л, кг	Электро- двигатель		Расход электро- энергии, кВт· час	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
						N, кВт	n, об/мин			
Мельница шаровая (ферросилиций)	МШ	До 20	До 0,2	100	25 кг	1,0	1440	0,8	750	1250× 850× 950
Барабан для измельчения инертных материалов	БИМ	До 30	До 0,2	15	173	2,7	1450	2,16	500	1000× 900× 1400
Барабан для измельчения бертолетовой соли	БИ	До 5 до	До 0,4	3	70, 10	1,4	1420	1,12	450	1895× 1100× 1720
Агрегат для подготовки цементаторов (фторопласт)	АПЦ- 2	До 80	До 0,4	100- 300	65	28	3000	2,24	1000	-
Агрегат для сушки и измельчения нашатыря	АИС	До 5	До 0,4	1500	-	1,7	1500	1,36	2600	-
Агрегат измельчения компонентов (окислители)	АИК- 1	До 5	До 0,1	30-40	65	1	2880	0,8	607	-

Таблица 3.8 — Типы и основные параметры оборудования для просеивания компонентов

Наименование	Обозначение	Просеиваемые компоненты	Производи- тельность, кг/ч	Коле-бания сита, 1/мин	Электро- двигатель		Расход электроэнергии. кВт/час	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
					N, кВт	n, об/ми н			
Установка для контрольного просева порошков	УКП	Me	100	500— 700	—	—	—	130	700× 550× 1885
Установка для пересыпки и просева	УПП		60—70	1090	1.7	1420	1,36	500	—
Станок для	СПХ	BaCrO ₄	2	—	0.6	1410	0.48	400	810×

Наименование	Обозначение	Просеиваемые компоненты	Производительность, кг/ч	Колебания сита, 1/мин	Электродвигатель		Расход электроэнергии, кВт/час	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
					N, кВт	n, об/мин			
протирки BaCrO ₄									500×1580
Сито-тряска	СТ	Ме	67	525	1.2	1420	0.96	200	2500×800×830
Сито	С	канифоль, идитол	15	300	1.4	1440	1.12	800	2300×1100×1800
Сито вибрационное	СВ	KNO ₃ , Ме	45—67	2600	0.42	1440	0.32	80	1385×820×968
Сито вибрационно-вращательное	СВВ	Окислители	80—400	2400 2620 2930 3200	1.1	1500	0.88	250	1098×760×1055
Установка для вскрытия банок	УВБ	Ме	60 час ⁻¹	—	—	—	—	95	100×550×1270

Таблица 3.9 — Агрегаты для подготовки компонентов

Наименование	Назначение	Производительность, кг/час	Габаритные размеры, мм L·B·H	Расход электроэнергии, кВт/час	Масса, кг
Линия подготовки калиевой селитры	Предварительное измельчение, тонкое измельчение, просеивание	50—83	4500×2000×2200	7,28	1100
Линия подготовки натриевой селитры и криолита	Измельчение, сушка, просеивание	55—70	9900×2100×2200	15,48	3400
Агрегат для подготовки гексахлорэтана	Измельчение, просеивание	850—1150	6000×4000×5000	272	1500
Агрегат приготовления нашатыря	Предварительное измельчение, сушка, окончательное	270	—	11,76	6000

Наименование	Назначение	Производи- тельность, кг/час	Габаритные размеры, мм L·B·H	Расход электроэ- нергии, кВт/час	Масса, кг
	измельчение				
Линия измельчения и просеивания ферросилиция и силикокальция	Измельчение, просеивание	20—33	2840×2300×2400	22,28	2500
Линия подготовки азот- нокислого стронция	Сушка, тонкое измельчение, просеивание	53—72	8800×2100×2200	10,96	3100
Линия подготовки окалины железа	Прокаливание, измельчение, просеивание	100	—	—	4000

Таблица 3.10 — Агрегаты и линии для подготовки компонентов

Наименование	Состав (назначение)	Произво- дительность, кг/ч	Габаритные размеры, мм	Расход электро- энергии, кВт/час	Масса, кг
Агрегат для подготовки гексахлорэтана	Элеватор, вибромельница, сито-тряска (И, П)	850-1150	600×4000×5000	272	1500
Агрегат приготовления нашатыря	Дробилка зубчатая, сушилка трубчатая, мельница шаровая, бункер (ПИ, С, ТИ)	270	—	11.76	6000
Агрегат приготовления нашатыря	Дробилка щековая, сушилка трубчатая, мельница шаровая (ПИ, И, С, ТИ)	333	6900×4150×3200	9.72, пар 48 кг/час	6100
Агрегат для измельчения и просеивания гексахлорэтана	Дробилка щековая, дробилка валковая, сито- тряска (ПИ, И, П)	333	6000×4000×5000	14,4	2000
Линия измельчения и просеивания	Вибромельница, сито (И, П)	20-33	2840×2300×2400	22,28	—

Наименование	Состав (назначение)	Производительность, кг/ч		Габаритные размеры, мм	Расход электро- энергии, кВт/час	Масса, кг
ферросилиция и силикокальция						
Линия подготовки NaNO_3 и криолита	Дезинтегратор, сушилка трубчатая, сито (И, С, П)	55-70		9900×2100×2200	15,48	3400
Линия подготовки NaNO_3	Дробилка, дезинтегратор, сито (ПИ, ТИ, П)	50-83		4500×2000×2200	7,28	1100
Линия подготовки $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	Сушилка трубчатая, дезинтегратор, сито (С, ТИ, П)	53-72		8800×2100×2200	10,96	3100
Линия подготовки $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	Дезинтегратор, сито-тряска (ТИ, П)	сетка 46-49 43 32 25	Q 83 92 108 125	3250×3050×5600	9,24	1200
Установка непрерывного действия для сушки, измельчения и просеивания NaNO_3	Питатель, трубчатая сушилка, контрольное сито, дезинтегратор, сито-тряска (С, П, ТИ)	9892		8800×4300×4500	17,2	10000

4 МАСТЕРСКАЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СОСТАВОВ

4.1 Основные принципы устройства мастерской

Назначение мастерской:

- хранение переходного запаса компонентов;
- смешение;
- дозирование;
- проявление;
- грануляция;
- хранение переходного запаса составов;
- сушка больших количеств составов осуществляется в отдельном здании, которое обваловывается;

Обычно в мастерской приготовления составов осуществляется хранение переходного запаса готового состава из расчета двух, трех часовой нормы выработки.

Дозирование компонентов осуществляется либо вручную с использованием весов, либо с использованием агрегатов и линий с высокопроизводительными автоматическими объемными дозаторами. Иногда применяются весовые дозаторы компонентов использующие подвесы на тензорных датчиках.

Как правило, навеску горючих и окислителей осуществляют в отдельных помещениях и транспортируют в кабины смешения на тележках, либо при помощи транспортеров.

Поскольку смешение является опасной операцией, оно осуществляется в кабинах.

Кабины бывают прямоугольной либо округлой формы (см. рисунок 4.1). Двери кабин открываются внутрь. Кабина прямоугольной формы имеет вышибное окно и вышибной дворик, предназначенный для локализации взрывной волны. Кабины округлой формы выполняются с вышибной крышей. Применяются кабины на два тратильных

эквивалента— 10 кг. и 50 кг.

Во время смещения рабочим запрещается находиться перед входом в кабину, поэтому перед входом устраивают буферные коридоры.

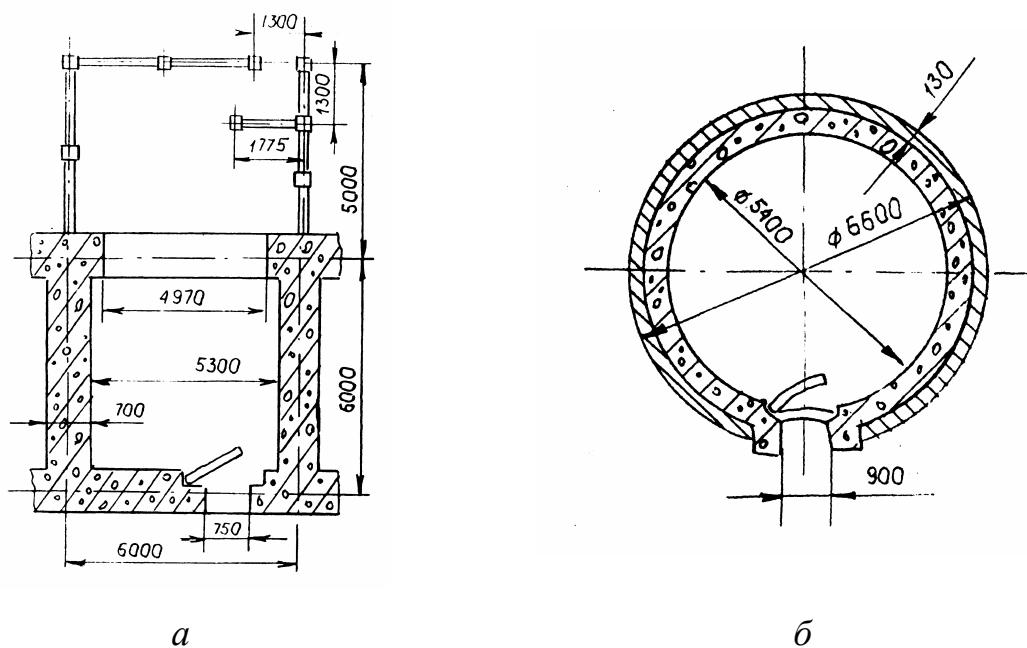


Рисунок 4.1 — Устройство кабин прямоугольной (а) и круглой формы (б)

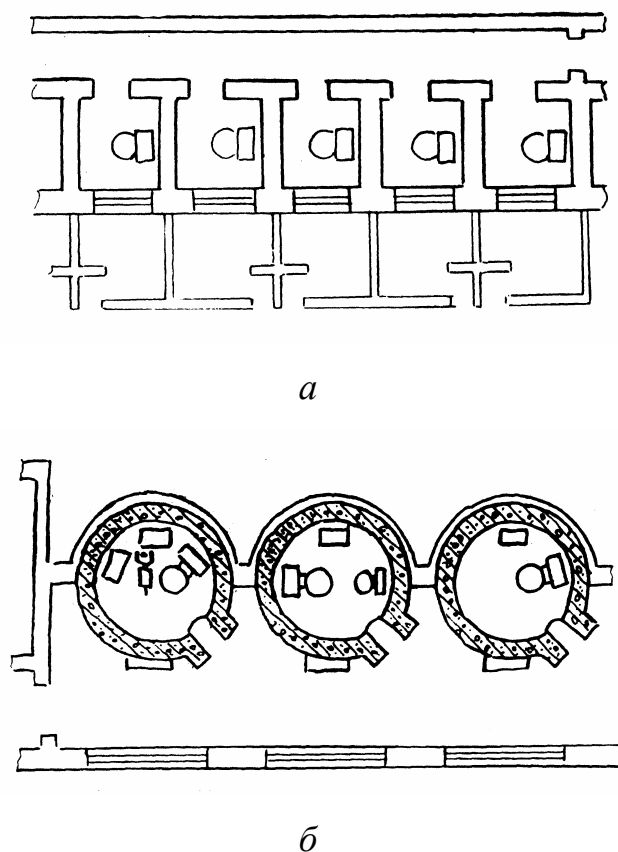


Рисунок 4.2 — Компонировка кабин участка смешения прямоугольной (а) и круглой (б) формы

Для проявлявания специального оборудования не существует. Поэтому оно осуществляется в чаше смесителя при подаче горячего воздуха, либо просто выдержкой во времени.

Грануляция осуществляется в грануляторах. Грануляторы иногда входят в состав агрегатов и линий.

При проектировании, как правило, предусматривается универсальная межоперационная тара, в которой состав без пересыпания отправляется дальше по технологической цепочке.

Сушка, как правило осуществляется на стеллажах. Запрещается сушка в одном помещении различных составов.

Некоторые составы в процессе сушки подвергаются ворошению. Ворошение составов осуществляется в отдельном помещении за щитом, либо дистанционно с применением схем автоматизации. Допускается ворошение замедлительных и малогазовых составов в помещении сушки на отдельном столе за щитом.

Хранение переходного запаса составов осуществляется в кабинах, либо в отдельных, обвалованных зданиях.

Как правило, мастерская смешения представляет собой здание прямоугольной формы. В одном торце здания располагаются технологические помещения, в другом торце— санитарно-бытовые и административные. Эта часть здания может быть двухэтажной.

4.2 Расчет и выбор оборудования

Главной частью расчета параметров оборудования для приготовления составов является расчет времени цикла смешения.

При расчете времени цикла смешения необходимо учитывать следующее:

— во время смешения запрещается находиться перед дверью

кабины;

— запрещается проводить уборку кабины при наличии в ней пиротехнического состава;

— запрещается осуществлять смешение, если в кабине присутствует посторонний пиротехнический состав, ЛВЖ, ГЖ и другие огнеопасные материалы;

— запрещается осуществлять чистку оборудования, если перед дверью кабины находится пиротехнический состав;

— уборку кабин необходимо проводить после каждого цикла смешения составов содержащих токсичные, вредные и пачкающие вещества. В остальных случаях уборка проводится 2—3 раза в смену.

Допускается компоновать кабины таким образом, чтобы в двух кабинах располагались смесители, а в третьей гранулятор.

Основные параметры грануляторов приведены в таблице 4.1, норма загрузки смесителей— в таблице 4.2.

Параметры смесителей приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.1 — Основные параметры грануляторов

Тип	Обозначение	Производительность, кг/час	Емкость чаши, л	Единоновременная загрузка, кг	Номер сетки	Мощность эл-ля, кВт	Расход эл-энергии, кВт/час	Размер, мм	Масса, кг
Гранулятор планетарно-вибрационный	ПВГ-1	100	23	10	0,9...2	0,9	0,72	1450×840×2125	107
Гранулятор планетарно-вибрационный	ПВГ-2	30...40	20	10	—	1,4	1,12	1250×600×1610	550
Гранулятор планетарно-вибрационный	ГЛ-0.5	6	1,5	0,5	0,9	0,27	0,22	450×342×780	780

Таблица 4.2 — Норма загрузки смесителей (кг) в зависимости от плотности составов

Насыпная плотность состава, г/см ³	Тип смесителя				
	54С	СЛС-4	С-200	ОТ-161-59	АПС5
0,4	13,8	20,0	119,4	2,8	17,8
0,5	17,3	25,0	149,2	3,6	22,3
0,6	20,7	30,0	179,1	4,3	26,8
0,7	24,2	35,0	208,9	5,0	31,2
0,8	27,6	40,0	238,8	5,7	35,7
0,9	31,1	45,0	268,6	6,4	40,1
1,0	34,6	50,0	298,5	7,1	44,6
1,1	38,0	55,0	328,3	7,8	49,0
1,2	41,5	60,0	358,2	8,5	53,6

Таблица 4.3 — Основные параметры смесителей

Наименование	Обозначение	Чувствительность составов к трению	Консистенция	Производительность, кг/час	Емкость чаши, л	Единовременная загрузка, кг	Цикл смешения, мин.	Мощность эл-ля, кВт	Расход эл-энергии, кВт/час	Размер, мм	Масса, кг
Смеситель лабораторный	075-ЛВ	В, С	вязкая	1	0.75	0,2...0,3	12...25	0.075	0.06	380·265·495	36
Барабан для сыпучих составов	БСС	В	сыпучая	1...2	45	10	—	0.6	0.48	—	800
Установка смешения переходных ПС	УСПС	В	сыпучая	55	28	4	—	1	0.3	—	600
Смеситель с поддувом	СП-15 (ОТ 161)	В	сыпучая, вязкая	<22	15	<5	12...25	0.42	0.34	804·504·1260	600
Смеситель для высокочувствительных составов	СВС (ССС-1)	В	сыпучая	107	54	<15	10	0.52	0.42	2000·1430·1610	400
Смеситель для лаковых составов	СЛС-4	С, Н	вязкая	20...30	100	10...15	12...25	0.9	0.72	1300·780·2065	1460
Смеситель планетарный	54С	В, С, Н	сыпучая, вязкая	83	65	15...25	12...25	0.9	0.72	1100·780·1630	850
Смеситель	СВ-50	С, Н	вязкая	50	50	19...20	12...25	0,6 2,8	2.72	1220·575·1060	735
Смеситель	С-200	С, Н	вязкая	200	600	70...100	25	7	5.6	2200·1800·3750	5155
Смеситель	С-200М	С	сыпучая, вязкая	200	600	70...100	25	7 1.5	6.8	2496·2000·4390	5412
Смеситель	СНД-100М	С	вязкая	50...100 ¹ 20...30 ²	100	50	—	7.5 1.7	7.36	1470·980·2380	2317
Смесительная установка	С-15	С	вязкая	100	1400	<800	—	11	8.8	8000·3700·3600	2000
Смеситель 35	35-СВ	С	вязкая	30	35	15	12...25	1.7	1.36	720·550·2100	1180

литровый универсальн.											
Смеситель 6-ти литровый лабор.	6-ЛСМ	В, С	вязкая	<4	6	1...2	12...25	0.8	0.64	710·530·1400	260
Смеситель для лаков в бидонах	СЛ-3	Н	средняя вязкость	10	3...50	1,2...20	—	0.6	0.54	1125·640·1170	260

Примечание: 1 — с обваловкой, 2— без обваловки

Совершенствование технологии на стадии приготовления составов призвано обеспечить следующие задачи

— обеспечить безопасность людей т. е. вывести рабочие места из потенциально опасной зоны;

— повысить производительность при соблюдении высокого качества.

Указанные задачи решаются путем

— принятия новых технических решений;

— использования смесителей непрерывного действия;

— использования агрегатов и линий приготовления составов.

В качестве примера новых технических решений можно привести введение капсулированных эпоксидных связок.

В качестве примера смесителя непрерывного действия можно привести смесители псевдоожиженного слоя.

Параметры некоторых агрегатов приготовления составов приведены в таблице 4.4, линий— в таблице 4.5.

Таблица 4.4 — Технические характеристики агрегатов приготовления составов

Тип агрегата	Состав агрегата	Едино-временная загрузка, кг	Время цикла, мин.	Объем чаши смесителя, л	Производительность, кг/час	Назначение
АПС-3	Смеситель (подобен 6ЛС), ПВГ-2, дозатор, вспомогат. ус-ва	5	—	12	10	СМ, ПР, ГР
						ВЧ, СЧ
						10—12% лака
						зам. состав
АПС-4	Смеситель (аналог СВ-50), ПВГ-2, вспомогат. ус-ва	20	30	—	30...40	НЧ
						10—15% вязкой составляющей
АПС-5	Аналог АПС-3, отличается смесителем	—	5...8 (сух) 15...25 (ж)	80 (загрузка 40)	—	отличается от АПС-3 только смесителем

АПС-11а	Смеситель с гранул. сеткой и поворотом чаши (напоминает СВ-50)	15	—	—	60	НЧ, СЧ, с лаковой составляющей
---------	--	----	---	---	----	--------------------------------

Примечание: СМ—смешение, ПР—провялка, ГР—грануляция; ВЧ—составы с высокой чувствительностью, НЧ—составы с низкой чувствительностью, СЧ—составы со средней чувствительностью

Таблица 4.5 Технические характеристики линий приготовления составов

Название линии	Назначение	Состав	Производительность, кг/час	Примечание
ЛППС-2	ДОЗ, СМ, ПР, ГР, П, Р	Узел питания ВА-5. Механизм передачи чаши через шибер. АПС-5 (СМ,ПР,ГР). Механизм передачи чаши на сушку ВСА-4 или ВСА-5. Агрегат просева и расфасовки	—	Линия размещается в двух кабинах
ЛППС-3	СМ, ПР, ГР лаковые составы	СВ-35; Аппарат пересыпки; ПВГ-1; Манипулятор	15—20	Линия размещается в одной кабине
Линия приготовления состава цветных дымов	-	Механизм вскрытия укупорки. Механизм пересыпания компонентов. Гирационное сито. Шнек. Дозатор. Смеситель С-200. Механизм загрузки и выгрузки	100—200	
АЛК-8	СМ, ПР, ГР	Смеситель с разгрузочным шнеком. Планетарный гранулятор (для предварительной грануляции). Сушильно-протирачный агрегат (секционная сушилка с импульсным кипящим слоем) Пневмотранспорт	200	

Примечание: ДОЗ — дозирование; СМ — смешение; ПР — провялка; ГР — грануляция; С — сушка; П — просев; Р — расфасовка

4.3 Пример расчета и выбора количества единиц оборудования для приготовления воспламенительного состава

Исходные данные

— насыпная плотность состава — 0,82 г/см³;

— годовая потребность в составе (по расчету матбаланса) — 23260 кг;
 — годовой фонд оперативного времени работы оборудования — 1437 час.

Для приготовления состава выбираем смеситель ОТ-161-59 и гранулятор ПВГ-1

Технические характеристики смесителя приведены в таблице 4.6, гранулятора— в таблице 4.7.

Таблица 4.6 — Основные технические характеристики ОТ-161-59

Наименование параметра	Значение параметра
Производительность, кг/час	10
Разовая загрузка чаши, кг	2...5
Частота вращения лопастей, об/мин.: — вилок и пестика относительно своей оси — вилок и отвала относительно чаши	42 15
Габаритные размеры, мм	804 х 504 х 1860
Масса, кг	320

Таблица 4.7 — Основные технические характеристики ПВГ-1

Наименование параметра	Значение параметра
Объем чаши, м ³	0,023
Частота колебаний чаши, 1/мин	720
Амплитуда, мм	3
Частота вращения лопастей, об/мин.: — планетарной головки — протираелей	15 33
Мощность электродвигателя, кВт	0,9
Габаритные размеры, мм	1450 х 840 х 2130
Масса, кг	620

Расчет смесителя

1. Количество состава, которое надо перемешивать в час:

$$Q_{\text{час}} = Q_{\text{ном}} / T_{\text{он}},$$

где $Q_{\text{ном}}$ — годовая потребность в составе, кг;

$T_{\text{он}}$ — оперативное время работы оборудования, час.

Необходимая часовая производительность оборудования:

$$Q_{\text{час}} = 23260/1437 = 16,2 \text{ кг/час.}$$

2. Продолжительность цикла смешения T в минутах:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5,$$

где T_1 — время, затрачиваемое на загрузку чаши смесителя, $T_1 = 3$ мин;

T_2 — время смешения сухих компонентов, $T_2 = 5$ мин;

T_3 — время смешения состава с жидкой составляющей, $T_3 = 15$ мин;

T_4 — время передачи состава из узла смешения в узел гранулирования, $T_4 = 1$ мин;

T_5 — время на очистку чаши смесителя, $T_5 = 10$ мин.

Следовательно:

$$T = 3+5+15+1+10=34 \text{ мин} = 0,57 \text{ час.}$$

3. Определяем потребное количество операций смешения в сутки:

$$a = Q_{\text{час}} k t_{\text{см}}/Q,$$

где a — потребное количество операций смешения в сутки;

k — количество смен по режиму;

$t_{\text{см}}$ — продолжительность смены, $t_{\text{см}} = 7.2$ час;

Q — разовая загрузка чаши смесителя, кг.

$$a = 16.2 \cdot 7.2/3 = 38.9,$$

4. Определяем количество возможных циклов смешения b за сутки

$$b = 24/0.57 = 42.1.$$

5. Необходимое количество смесительных аппаратов

$$n = a/b = 38.9/42.1 = 0.92.$$

Принимаем количество аппаратов равным 3.

Коэффициент загрузки смесителей равен $K_z = 0.92/3 = 0.31$ (нормальным считается $K_z = 0.95—1.03$).

6. Суточная производительность проектируемой мастерской по воспламенительному составу:

$$Q_{\text{сут}} = n Q k t_{\text{см}}/T = 3 \cdot 16.2 \cdot 7.2/0.57 = 614 \text{ кг.}$$

Расчет гранулятора

Грануляцию проводим через сетку №1.25.

1. Находим площадь отверстия для сетки №1.25

$$S_0 = \pi d^2 / 4,$$

где S_0 — площадь одного отверстия в сетке гранулятора, мм²,

d — средний размер отверстия сетки свету, мм.

$$S_0 = 3.14 \cdot 1.25^2 / 4 = 1.23 \text{ мм}^2,$$

2. Находим площадь отверстий на 1 см² сетки

$$S_1 = n S_0,$$

где S_1 — площадь всех отверстий на 1 см² сетки гранулятора, мм²,

n — количество отверстий на 1 см² сетки, $n = 64$.

$$S_1 = 64 \cdot 1.23 = 78.7 \text{ мм}^2/\text{см}^2 = 0.787 \text{ см}^2/\text{см}^2.$$

3. Определяем площадь сита гранулятора

$$S_{ep} = \pi D^2 / 4,$$

где S_{ep} — площадь сита гранулятора, см²,

D — диаметр рабочей части сетки гранулятора, см.

$$S_{ep} = 3.14 \cdot 64^2 / 4 = 3215 \text{ см}^2.$$

4. Определяем площадь всех отверстий на сите гранулятора

$$S = S_{ep} S_1 = 3215 \cdot 0.787 = 2530 \text{ см}^2.$$

5. Определяем количество состава, единовременно загружаемого в гранулятор

$$Q = V_{ep} k \rho,$$

где V_{ep} — объем чаши гранулятора, м³,

k — коэффициент заполнения чаши составом,

ρ — насыпная плотность состава, кг/м³.

$$Q = 0.023 \cdot 0.2 \cdot 820 = 3.77 \text{ кг}.$$

6. Определяем количество состава, продавливаемого через сетку гранулятора за 1 минуту

$$G = s \cdot t \cdot n \cdot \rho \cdot S,$$

где s — толщина продавливаемого слоя, см;

m — количество лопастей у протиравателя;

n — частота вращения протиравателя, мин^{-1} ;

ρ — насыпная плотность состава, г/см^3 .

$$G = 0,015 \cdot 3 \cdot 33 \cdot 0,820 \cdot 2530 = 3080 \text{ г/мин} = 3,08 \text{ кг/мин},$$

7. Продолжительность цикла грануляции

$$T = T_0 + T_{\text{гр}},$$

где T_0 — время вспомогательных операций, мин; $T_0 = 2$ мин;

$T_{\text{гр}}$ — время грануляции, мин; $T_{\text{гр}} = Q/G = 3,77/3,08 = 1,2$ мин.

$$T = 2 + 1,2 = 3,2 \text{ мин.}$$

8. Производительность гранулятора

$$q_{\text{гр}} = 60 \cdot Q/T = 60 \cdot 3,77/3,2 = 71 \text{ кг/час.}$$

9. Необходимое количество грануляторов

$$n = Q_{\text{сум}}/q_{\text{гр}} = 114/71 = 1,6.$$

Принимаем количество грануляторов равным 2.

4.4 Пример расчета и выбора оборудования для фазы приготовления термитного состава

Смешение состава

Для приготовления состава предлагается использовать агрегат приготовления составов АПС-11а. Технические характеристики агрегата приведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 — Техническая характеристика АПС-11а

Наименование параметра	Значение параметра
Производительность, кг/ч	60
Единичная грузка, кг	15
Число оборотов в минуту лопастей смесителя	35
Злектродвигатель: Тип Мощность, кВт	ТАГ 21-4 1,7
Частота, об/мин	1420

Габаритные размеры, мм	1015×1020×1850
Масса, кг	700

АПС-11а применяется для смешения смесей с жидкой составляющей с последующей грануляцией.

Рассчитаем необходимое количество агрегатов.

Для периодических процессов в расчетах используется оперативное время.

$$T_{on} = T_{ЭФ} - T_{обсл} - T_{ол},$$

где $T_{обсл}$ — время, затрачиваемое на обслуживание оборудования, ч;

$T_{ол}$ — время на отдых и личные надобности рабочих, ч.

Время на обслуживание складывается их времени на наладку оборудования перед работой и подготовку рабочего места и времени на уборку рабочего места и чистку оборудования. Затраты времени на оба вида работ принимаем 40—45 минут.

Время на отдых и личные надобности принимаем, как на базовом предприятии, по 15 минут в дообеденный и послеобеденный период.

Таким образом, T_{on} в часах равно

$$T_{on} = 3496,448 - (243,92 \cdot 0,75 - 243,92 \cdot 0,5) \cdot 2 = 3374,49 \text{ ч.}$$

Определяем количество состава, который необходимо перемешивать в час

$$Q_{ч} = Q_{nom} / T_{on} = 516957,7 / 3374,488 = 153,196 \text{ кг/ч.}$$

Определяем время цикла смешения:

$$t_{ц} = t_{загр} + t_{смеш} + t_{гр} + t_{выгр},$$

где $t_{загр}$ — время, затрачиваемое на загрузку, $t_{загр} = 1$ мин;

$t_{смеш}$ — время смешения состава, $t_{смеш} = 9$ мин;

$t_{гр}$ — время гранулирования состава, $t_{гр} = 4$ мин;

$t_{выгр}$ — время, затрачиваемое на выгрузку, $t_{выгр} = 1$ мин.

$$t_{ц} = 15 \text{ мин} = 0,25 \text{ ч.}$$

Количество операций за сутки:

$$a = Q_{\text{ч}} k t_{\text{см}} / Q_p,$$

где $Q_{\text{ч}}$ — количество состава, который необходимо перемешивать в час, кг/ч;

k — число смен, $k = 2$;

$t_{\text{см}}$ — продолжительность рабочей смены, $t_{\text{см}} = 7,2$ ч;

Q_p — разовая загрузка, кг.

$$a = 153,196 \cdot 2 \cdot 7,2 / 15 = 147,07.$$

Определяем количество циклов за сутки:

$$\nu = k t_{\text{см}} / t_{\text{ц}},$$

где k — число смен, $k = 2$:

$t_{\text{см}}$ — продолжительность рабочей смены, $t_{\text{см}} = 7,2$ ч;

$t_{\text{ц}}$ — время цикла смешения, ч

$$\nu = 2 \cdot 7,2 / 0,25 = 57,6.$$

Определяем необходимое количество агрегатов:

$$n = a / \nu = 147,07 / 57,6 = 2,55.$$

С учетом необходимого запаса времени:

$$n' = 1,15 \cdot 2,55 = 2,94.$$

Принимаем количество агрегатов равным 3.

Суточная производительность проектируемой мастерской по составу:

$$Q_{\text{сут}} = n' \cdot Q_p \cdot k t_{\text{см}} / t_{\text{ц}} = 3 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 7,2 / 0,25 = 2592 \text{ кг}$$

Сушка состава

Исходные данные:

Начальная влажность — 8%;

Конечная влажность — 0,6%;

Время загрузки и выгрузки — 0,2 ч;

Время пускового периода — 0,5 ч;

Время сушки — 2—3 ч;

Общая продолжительность сушки — 3,5 ч.

При 7 часовом рабочем дне количество сушильных операций — 2.

Емкость сушилки должна обеспечивать переработку:

$$Q = G/N k,$$

где G — годовая производительность, кг;

N — количество рабочих дней в году;

k — количество сушильных операций в смену;

$$Q = 516957,7/243,92 \cdot 2 = 1059,687 \text{ кг.}$$

Допустим, что толщина слоя состава на каждом лотке составляет 20 мм, рассчитаем количество влажного состава в каждом лотке:

$$q = \rho (l h S),$$

где ρ — плотность влажного состава, кг/м³;

l, h — размеры лотка, м;

S — толщина слоя состава, м.

$$q = 1120 (0,6 \cdot 0,25 \cdot 0,02) = 3,36 \text{ кг.}$$

Принимаем, что состав сушится в количестве 3—3,5 кг.

Определим количество лотков:

$$n = Q/q (1 - \omega_0),$$

где ω_0 — начальная влажность;

q — количество влажного состава в каждом лотке.

$$n = 1059,687/3,36 (1 - 0,08) = 342,9 \approx 343 \text{ лотка.}$$

Определим площадь поверхности загрузки:

$$F = (l h) n,$$

где l, h — размеры лотка, $l = 0,6$ м, $h = 0,25$ м;

n — количество лотков.

$$F = (0,6 \cdot 0,25) \cdot 343 = 51,42 \text{ м}^2.$$

Для сушки состава выбираем вакуумную сушилку с производительностью 100 кг/ч.

Вакуумная сушилка представляет собой сварной цилиндрический корпус с откидной крышкой, которая отводится на кронштейне вручную, внутри корпуса на специальном коллекторе установлены полые обогреваемые паром семь плит, соединенные с коллектором патрубками. На плитах расположены

лотки с материалом. В нижней части аппарата имеется штуцер для слива конденсата, на корпусе шкафа имеются контрольно-измерительные приборы: манометр, термометр, вакуумметр, на днище корпуса и крышке имеются смотровые окна.

5 МАСТЕРСКАЯ ПРЕССОВАНИЯ

5.1 Основные принципы устройства мастерской

Исходными данными для проектирования мастерской прессования являются

- размеры шашек с допусками;
- рецептура состава;
- масса шашек;
- потребное количество элементов по материальному балансу.

На основании этих данных:

- выбирается способ формования (глухое прессование, проходное прессование, шнекование, заливка и т. д.);
- определяются технические характеристики оборудования (размеры, мощность и т. д.);
- определяется количество единиц оборудования.

Наиболее распространенным методом прессования является глухое прессование.

При выборе глухого прессования:

- определяется необходимое давление прессования;
- определяется количество запрессовок (до 1.5 *d*);
- определяется необходимость предварительного таблетирования;
- рассчитывается прессинструмент (технологический расчет и расчет на прочность);
- определяется количество одновременно прессуемых изделий и возможность совмещения прессования с вытолочкой;
- рассчитывается потребная мощность пресса;
- рассчитываются габаритные размеры стола пресса;
- рассчитывается расстояние между плитами пресса и необходимый ход плунжера.

По полученным данным и по каталогам выбирается конкретная марка

пресса и рассчитывается количество необходимых прессов.

Хранение переходного запаса состава

Хранение переходного запаса состава осуществляется в отдельном помещении (кабине). Норма хранения определяется технологическим регламентом. Как правило, нормы хранения не должны превышать двух-трех часовой запас от сменной производительности. Состав хранится либо в универсальной таре (бидоне, контейнере), либо на лотках, стеллажах. Для хранения переходного запаса состава могут быть оборудованы специальные трубчатые устройства.

Смешение переходного состава

Смешение переходного состава осуществляется в отдельной кабине в смесителях типа "улитка".

Дозирование составов

Дозирование составов осуществляется в отдельном помещении в специальной емкости. Навески передаются подносику через специальное окно. Одновременно допускается осуществлять навеску одного и того же состава для различных изделий. Допускается размещать рабочие места по дозировке составов в общем зале прессования. В этом случае они отделяются друг от друга и от остальной части зала стальными щитами (перегородками). Подготовленные навески хранятся либо в таре на рабочих местах прессования, либо в нишах с шибером, либо в металлических шкафчиках. Допускается осуществлять подачу дозированных составов на рабочие места прессования с помощью автоматических транспортных устройств (подвесные транспортеры).

Дозирование осуществляется либо весовым, либо объемным методом. Целесообразно осуществлять навеску сразу в насыпные приборчики.

Прессование

Специальных прессов для пиротехнического производства, как правило, не создавалось, поэтому при выборе пресса можно просматривать каталоги прессов, применяемых в порошковой, керамической, фармацевтической

промышленности [11—13].

При использовании крупногабаритных и тяжелых прессформ необходимо предусмотреть:

- фиксацию отдельных частей прессинструмента с целью предупреждения их падения на пол с помощью специальных зажимных устройств;

- средства для сборки-разборки для прессинструмента (маломощные прессы, электротеперы).

После каждого цикла прессования прессинструмент обязательно протирают.

Хранение запрессованных изделий

Хранение запрессованных изделий осуществляется в отдельном помещении. Допускается небольшие количества запрессованных изделий хранить в общем зале в нише или в металлическом шкафу. Бракованные изделия хранятся в отдельном помещении или в общем зале прессования в металлическом шкафу.

Вспомогательные операции

К вспомогательным операциям относятся: обрезка гильз, расшарошка. Это опасные операции. Как правило, осуществляются дистанционно. В некоторых случаях допускается осуществлять расшарошку в общем зале за щитом.

Пример планировки участка прессования крупногабаритных изделий приведен на рисунке 5.1.

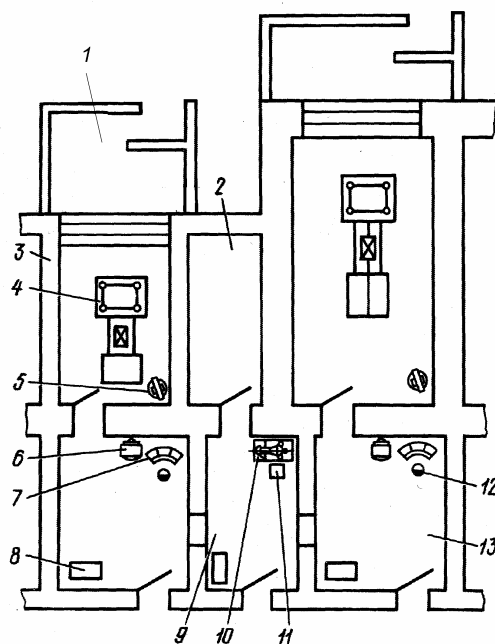


Рисунок 5.1 — Схема участка прессования крупногабаритных изделий: 1 — дворик; 2 — машинное отделение; 3 — кабина; 4 — пресс; 5 — телекамера; 6 — промышленный телевизор; 7 — пульт управления; 8 — рабочий стол; 9 — навесочная; 10 — дозатор; 11 — подставка; 12 — рабочее место; 13 — пультная

Планировка мастерской должна обеспечить быструю эвакуацию работающих.

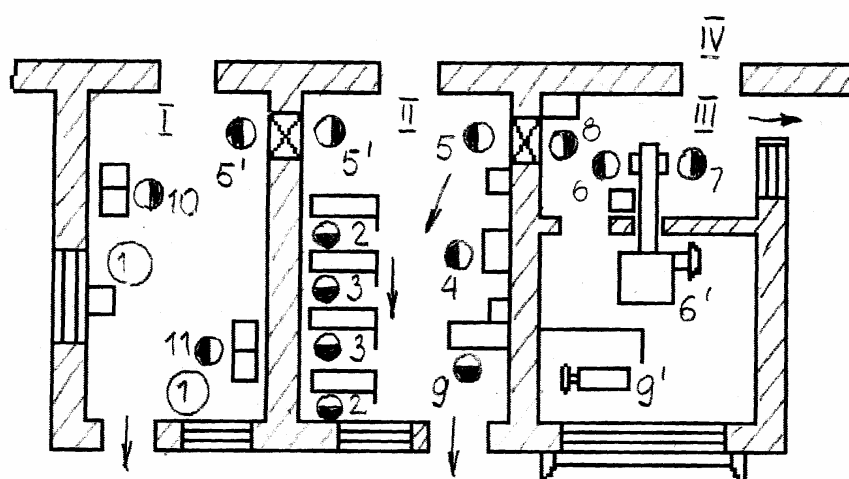


Рисунок 5.2 — Схема организации участка прессования

Таблица 5.1 — Пояснение к планировке участка

№ Пп	№ По з	Наименовани е операций и кабин	Ед. Из м.	Ко л. Ра б.	Норма загрузки рабочего места	Кол -во	Наименова ние оборудован ия	Примечание
I II	1	Помещение переходного запаса составов и таблеток	Кг		Состав основной — 3 Состав Б-20СН — 5			У входа в помещение укреплены знаки 1, 2
		Переходной запас состава	Кг		Состав основной — 3 Состав Б-20СН — 5	2, 12	Камера для хранения состава, банки	
	2	Помещение навешивания состава	Кг		Состав основной — 7			На стене в поз. II знаки 3, 4
		Навешивание состава 1	Кг	2	Состав — 3	По 1	Г-образный щит, стол, весы, сборка, разновесы, банка, совок	
	3	Навешивание состава 2	Кг	2	Состав — 3	По 1	Г-образный щит, стол, весы, сборка, разновесы, банка, совок	
	4	Дозирование сост. Б-20СН	Кг	1	Состав — 0.2	По 1	Насыпной прибор сборка, шунт	
	5	Передача навесок состава на прессование или отоска таблеток на контроль	Кг	1	Состав1 — 0.72 Состав2 — 0.36 Состав Б-20СН — 0.06 Или таблеток — 128	1,3 1,1	Лоток или сборка Ниша с шиберным устройство м, коробка, стол	На стене в помещении 3 находятся знаки безопасности 3,5,6
			Кг, Шт					
III		Отделение прессования таблеток	Кг		Состав1 — 0.72 Состав2 — 0.36			

II I					Состав Б-20СН — 0.06 Таблеток — 128			Кабина III рассчитана на прочность
	6	Сборка прессинстру- мента, пересыпка состава	Кг	1	Состав1 — 0.36 Состав2 — 0.18 Состав Б-20СН — 0.03	1,3 1	Ниша откидная, сборка, прессинстр умент	Дистанционное управление прессом
	6'	Прессование и вытолочка таблеток	Шт		Прессинструм ент с Таблетками — 2	1	Пресс1 ДО- 334	Дистанционное управление, работу выполняет работница поз.3
	7	Съем запрессован. Таблеток, разборка прессинстру- мента, протирка прессинстру- мента	Шт	1	Таблеток — 32	1,1 1,1, 1	Ниша откидная, коробочка Лоток, стержень ватно- марлевый тампон	Операции выполнять последовательно Дверь из помещения IV в помещение III при выполнении операций поз. 6,7,8 должна быть закрыта
	8	Подноска навесок на прессование или передача таблеток на контроль	Кг Кг Кг Шт	1	Состав1 — 0.36 Состав2 — 0.18 Составб-20СН — 0.03 Или таблеток — 32	1,1 1	Стол, лоток, Коробочка, ниша с шиберным устройство м	Рабочее место на момент подноски навесок или передачи таблеток
	9'	Гидростанци я						
	9	Сплошной контроль таблеток	Шт	1	Таблеток — 64	1 3,1	Стол, скоба коробка, Г- образный щит	Поз. 8,6 выполняются последовательно одной работницей
		Помещение укладки таблеток в тару	Шт		Таблеток — 3000			
	10	Выкладка таблеток из тары	Шт		Таблеток — 1000	1,20	Тара, коробка	На стене в помещении 1 знаки безопасности 1, 2

11	Укладка таблеток в тару	Шт	Таблеток — 2000	2,1	Тара, металлическая подставка
5'	Передача состава на навеску или коробки с таблетками на укладку	Кг	Состав — 3	1,1	Банка, коробка
		Шт	Таблеток — 32	1	Ниша

Примечание: 1.Смысловое значение знаков безопасности

1 - Запрещается превышать норму загрузки!

2 - Установи влажность !

3 - Перед работой проверь исправность заземления!

4 - Перед работой снять заряд статического электричества!

5 - Запрещается работать на неисправном оборудовании!

6 - Проход держать свободным!

2. Рабочие места в поз. 2—11 оборудованы головками АПС системы БАПС.

3. Фронт вышибной стены кабины III оборудован экраном с контрфорсом.

5.2 Расчет и выбор оборудования

Характеристики гидравлических прессов приведены в таблице 5.2, поточных линий прессования— в таблице 5.3, листоотливочных машин— в таблице 5.4, шнек-аппаратов— в таблице 5.5.

Таблица 5.2 — Характеристики гидравлических прессов

Марка пресса	Уси- лие, тс	Ход плунже ра, мм	Число ходов или скорость хода	$P_{\max}$ жидк., кГс/см ²	Расстояние между колоннами, мм	Габаритные размеры, мм	Тип пресса
Бусман	10	90	17 мин ⁻¹	250	—	—	консоль ВД
П-908Г	63	200	4—5 мин ⁻¹	260	—	1150×1100×2200	2-х колонный ВД
П-964	400	1200— 1800	2,6—10,5 мм/с	320	800—940	4460×3000×1600	4-х колонный

			(рабочая)				ДН
П-942	1000	900-2000	5,5 мм/с (рабочая)	200	1350—1350	11000×9560×21000	4-х колонный ДН
П-807М	2000	950	1—40 мм/с	250	2180—1580	16500×16500×20520	4-х колонный ДН
ДО-334	250	400	1,1—2,2 мм/с	320	800—800	4760×2705×2650	4-х колонный ДН
ДАО-138	400	1250—2360	2,9—14,8 мм/с	200	940—800	7950×4960×1875	4-х колонный ДН
ДО-141	1250	3750—4500	4,5 мм/с	200	1250—1050	17790×12750×6300	4-х колонный ДН
ПА-50	50	250	35 мм/с	200	500—500	1850×1200×1600	2-х колонный пресс-автомат

Таблица 5.3 — Поточные линии прессования

Наименование	Тип	Производительность, шт/час	Продолжительность цикла, с	Расход эл-энерг., кВт/час	Масса, кг	Размеры, мм
Линия полуавтоматическая прессования 26 мм звездок	ЛПЗ-26	640—715	15—20	6.68	2500	—
Линия механизированная поточная	ЛМП	1200	10	—	45000	—
Линия поточная прессования изделий в оболочку	ЛПИ	1150—1860	15	16.8	13500	12600×3300
Линия изготовления термомуфельных шашек	ЛИТШ	8600	—	65.28	—	—

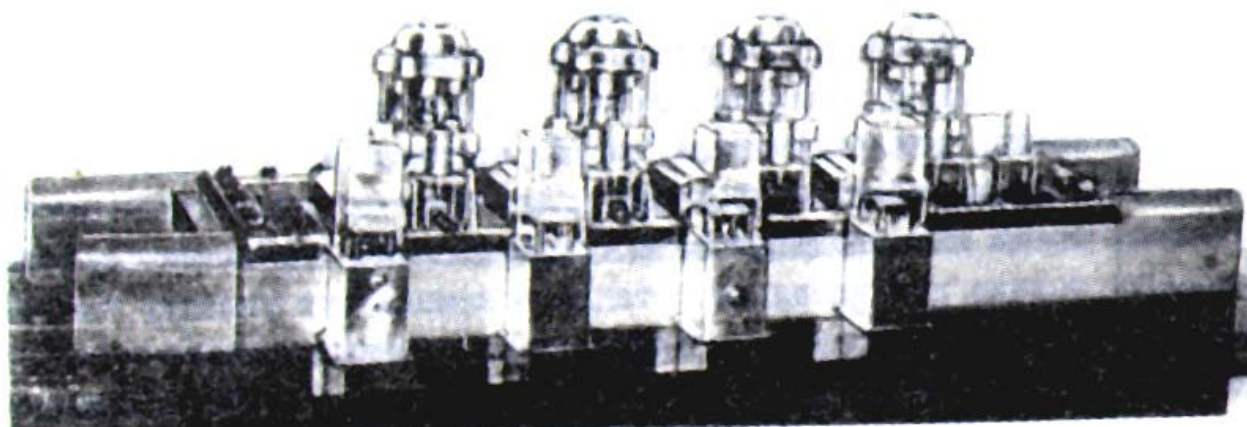


Рисунок 5.3 — Полуавтоматическая линия прессования трассеров

Таблица 5.4 — Листоотливочные машины

Наименование	Тип	Произ- води- тель- ность, шт/час	Мощность эл-ля , кВт	Расход эл- энерг., кВт/час	Масса, кг	Размеры, мм	Наиболь- ший диаметр изделия, мм
Машина для фор- мования пирона- гревателей	МП-1	360	1.5	1.2	930	940×1165	100
Установка листоотливочная для ФОТАБ-250	ЛОУ-1	6 (диамет р до 250 мм)	—	1.0	174	1450× 500×1560	250

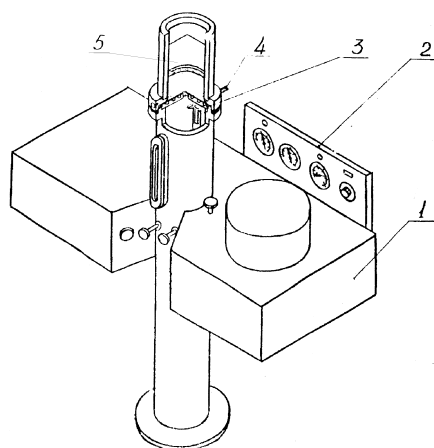


Рисунок 5.4 — Листоотливная установка ЛОУ: 1 — станина; 2 — пульт управления; 3 — фильтровальная перегородка; 4 — кольцевой барботер; 5 —

суспензия состава

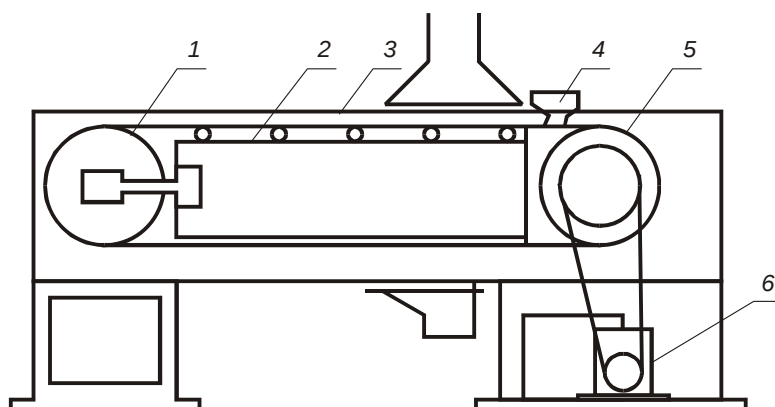


Рисунок 5.5 — Установка для изготовления пиротехнических пленок методом отлива из раствора: 1, 5 — барабаны; 2 — рама; 3 — медная лента; 4 — фильера; 6 — электропривод

Таблица 5.5 — Шнек—аппараты

Наименование	Тип	Производительность, шт/час	Мощность эл-ля, кВт	Расход эл-энерг., кВт/час	Масса, кг	Размеры, мм
Шнек—аппарат малый	ШАМ	25	—	6,2	3500	3240× 1350
Шнек-аппарат большой	ШАБ	9	—	8,96	4042	4600×800×1730
Аппарат шнековый	ША	417	1,2	0,96	150	1125×620×1590

Совершенствование производства на стадии формования преследует следующие задачи

- повысить безопасность производства;
- улучшить качество прессуемых изделий;
- повысить производительность.

Поставленные задачи решаются путем:

- автоматизации производства, в том числе, применение поточных линий прессования;

— применения новых способов формования изделий (заливка, прокатка, волочение, проходное прессование, экструзия).

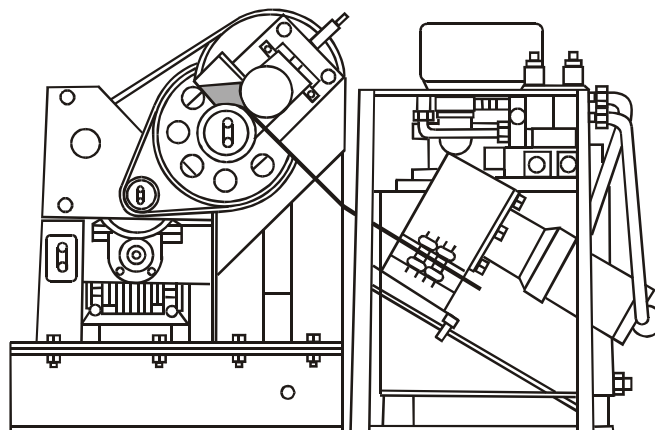


Рисунок 5.6 — Линия для двухстадийного формования тонких зарядов: *а* — стан СПП-4, *б* — гидравлический чеканочный пресс

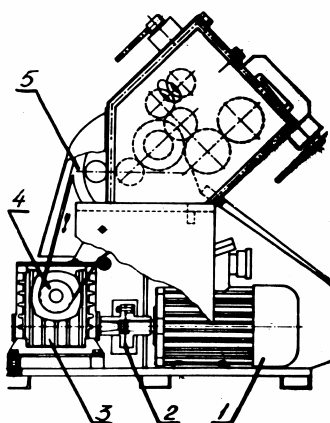


Рисунок 5.7 — Двухклетьевого прокатный стан СПЦД-6

5.3 Техника безопасности на фазе прессования

Основную массу пиротехнических изделий изготавливают методом прессования. Пресс-инструмент и механизмы должны отвечать всем требованиям техники безопасности. Конструкция инструмента должна быть такой, чтобы применение необходимых в процессе прессования элементов механизации максимально исключало ручной труд, а также быть простой, надежной и удобной для чистки и протирки его от остатков состава. Не

разрешается пользоваться инструментом с царапинами, задирами, сколами и другими дефектами на внутренней поверхности, поскольку они могут вызвать пожар или взрыв. Требования, предъявляемые к прессовому оборудованию, следующие:

1. Каждый пресс должен устанавливаться в отдельной кабине с учетом локализации взрыва внутри ее.

2. Пресс должен быть оборудован дистанционным и наладочным пультом управления.

3. Двери и шибера кабин, их открывание и закрывание должны быть заблокированы с ходом пресса. При случайном открывании двери кабины пресс должен автоматически останавливаться (как и любое другое устройство по переработке пиротехнического состава).

4. Крупные прессы должны иметь дистанционное управление через пульт. Последний должен быть оборудован средствами для наблюдения за работой пресса и всех его узлов и вспомогательных механизмов (тележки, дозаторов и др.) при помощи специальных зеркал или телевидения.

5. Блокировочные механизмы, обеспечивающие нормальную и безаварийную работу пресса, должны быть такими, чтобы оператор не имел возможности самовольно их перестроить.

6. Конечные выключатели, расположенные на прессе, должны быть пылеводонепроницаемыми.

Навеску составов при прессовании пиротехнических составов для массовых изделий чаще всего производят объемным отмериванием мерками вручную или взвешиванием. Гири, мерки, оовки для составов, чаши весов и другие инструменты и приспособления должны быть изготовлены из цветного металла.

Для снижения трения между составом и внутренними стенками пресс-формы последние рекомендуется при прессовании некоторых изделий опудривать графитом или натирать парафином.

При прессовании необходимо строго следить за выдержкой давления, предусмотренного технологическим регламентом на прессуемое изделие. При извлечении пуансона с помощью электротельфера нужно строго следить за вертикальным расположением троса, так как при наличии даже незначительных перекосов возможно воспламенение состава.

При прессовании составов, чувствительных к трению, рекомендуется жесткое крепление пуансонов к верхней траверсе пресса, что позволит производить цикл прессования (включая вставку и извлечение пуансона) без присутствия людей. У каждого пресса необходимо регулярно проверять горизонтальность верхней и нижней прессующих поверхностей пресса. Измельчение запрессованных изделий (забракованных по размерам, весу и т. п.) в целях повторного использования состава для прессования или других целей категорически запрещается.

5.4 Расчет пресс-инструмента

Минимальный расчетный диаметр матрицы с учетом усадки равен:

$$d_{m,min}=(d_m + \beta + \Delta),$$

где β — допуск на размер шашки;

Δ — усадка пресс-материала;

d_m — номинальный диаметр матрицы (диаметр шашки).

Максимальный расчетный диаметр матрицы с учетом усадки будет равен:

$$d_{m,max}=(d_m + \Delta - 0.02),$$

где 0.02 — припуск на износ формующих поверхностей.

В максимальном диаметре необходимо учитывать ходовую посадку:

$$d_{m,max}=(d_m + \Delta - 0.02 + X_3),$$

где X_3 — средняя ходовая посадка третьего класса

Таблица 5.6 — Средняя ходовая посадка третьего класса, мкм

ϕ , мм	10-18	18-30	30-50	50-80
Верхняя	+35	+45	+50	+60
Нижняя	0	0	0	0

Для выбора прессы, также для решения вопроса о количестве гнезд в прессформе, необходимо рассчитать усилие прессования (мощность прессы). Оно определяется по следующей формуле

$$N = P_0 \cdot F \cdot n \cdot 1.1,$$

где 1.1-коэффициент, учитывающий трение;

F — площадь поперечного торца шашки;

P_0 — удельное давление прессования;

n — гнездность прессинструмента.

$$F = \pi \cdot (d_m^2 - d_k^2) / 4,$$

где d_k — диаметр центрального канала шашки.

Толщина стенок круглых матриц рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \frac{d_m}{2} \sqrt{\frac{\sigma_{\sigma} + 0.4 \cdot P_{\sigma}}{\sigma_{\sigma} - 1.3 \cdot P_{\sigma}}} 2,$$

где $P_{\sigma} = P_0 \cdot 0.3$ — боковое давление;

2 — запас прочности в 2 раза;

σ_{σ} — предельное напряжение на разрыв, для разных марок стали (см. таблицу 5.7), кгс/см².

Диаметр верхней части пуансона принимают равным:

$$D_{\sigma.n} = (0.8 - 0.9) \cdot D_m,$$

где $D_m = d_m + 2 \cdot \sigma$ — наружный диаметр матрицы

Наружный диаметр ограничителя принимают равным верхней части пуансона:

$$D_0 = D_{\sigma.n}.$$

Таблица 5.7 — Предельное напряжение на разрыв, для различных марок стали

Марка стали	σ_{σ}
у8	6000
у8а	6000
ХВГ	6200

шх15	7300
3х2в8ф	4000
х12м	6200
р6м5	6300
вк20	6900
т50нс	6900

Примечание к таблице: предельные напряжения даны при форме обработки «закалка и отпуск».

Внутренний диаметр ограничителя принимают равным:

$$d_0 = d_m + (1.5-2),$$

где d_m — внутренний диаметр матрицы, мм.

Максимальная плотность пиротехнического состава рассчитывается по формуле:

$$\rho_{\max} = \frac{100}{\sum \frac{Q_i}{\rho_{\max,i}}},$$

где Q_i — процентное содержание каждого компонента в составе;

$\rho_{\max,i}$ — максимальная плотность компонента;

Насыпную плотность принимаем равной:

$$\rho_{\text{нас}} = 0.4 \cdot \rho_{\max}$$

Высота матрицы равна:

$$h_m = h_{n.o} + h_c + h_{n.y},$$

где $h_{n.o} = 0.3 \cdot D_m$ — высота поддона;

$h_c = V_c / F$ — высота насыпного слоя материала;

$V_c = m / \rho_{\text{нас}}$ — объем одной навески;

$h_{n.y} = 1.5 \cdot D_m$ — высота направляющего участка матрицы.

Высота пуансона принимается равной высоте матрицы:

$$h_{n.y} = h_m.$$

Высота ограничителя принимается равной:

$$h_o = h_{n.o} + h_{\text{шапки}}.$$

Допуски устанавливаются на основе следующих соотношений:

а) все детали должны быть взаимозаменяемы;

б) наибольшая по высоте шашка будет получена при следующем сочетании размеров:

наибольшая по высоте матрица; $h_{\text{м}}^{\bar{o}}$

наибольший по высоте ограничитель; $h_o^{\bar{o}}$

наименьший по высоте пуансон; $h_{\text{п.у}}^{\text{м}}$

наименьший по высоте поддон; $h_{\text{п.о}}^{\text{м}}$

то есть $h_{\text{м}}^{\bar{o}} + h_o^{\bar{o}} - h_{\text{п.у}}^{\text{м}} - h_{\text{п.о}}^{\text{м}} = h_{\text{ш}}^{\bar{o}}$;

в) наименьшая по высоте шашка будет получена при следующих условиях:

наименьшая по высоте матрица; $h_{\text{м}}^{\text{м}}$

наименьший по высоте ограничитель; $h_o^{\text{м}}$

наибольший по высоте пуансон; $h_{\text{п.у}}^{\bar{o}}$

наибольший по высоте поддон; $h_{\text{п.о}}^{\bar{o}}$

то есть $h_{\text{м}}^{\text{м}} + h_o^{\text{м}} - h_{\text{п.у}}^{\bar{o}} - h_{\text{п.о}}^{\bar{o}} = h_{\text{ш}}^{\text{м}}$;

следовательно $\sigma_{\text{м}} + \sigma_o + \sigma_{\text{п.о}} + \sigma_{\text{п.у}} = \sigma_{\text{ш}}$;

Данную формулу как правило используют в качестве проверочной для рассчитанных допусков.

На основе многолетней практики металлообработки деталей установлено, что допуски деталей пресс-форм по высоте зависят от их высотных размеров:

$$\delta_{\text{м}}^{\text{h}} = \beta \cdot \sqrt[3]{h_{\text{м}}},$$

$$\delta_o^{\text{h}} = \beta \cdot \sqrt[3]{h_o},$$

$$\delta_{\text{п.у}}^{\text{h}} = \beta \cdot \sqrt[3]{h_{\text{п.у}}},$$

$$\delta_{\text{п.о}}^{\text{h}} = \beta \cdot \sqrt[3]{h_{\text{п.о}}},$$

$$\beta = \frac{S_{\text{ш}}^{\text{h}}}{\sqrt[3]{h_{\text{м}}} + \sqrt[3]{h_o} + \sqrt[3]{h_{\text{п.у}}} + \sqrt[3]{h_{\text{п.о}}}},$$

где $S_{\text{ш}}^{\text{h}}$ — допуск на высоту шашки.

Для того чтобы правильно выбрать транспортирующее оборудование

необходимо рассчитать массу транспортируемого пресс-инструмента.

Рассмотрим вычисление массы матрицы на примере четырехгнездной квадратной матрицы со скругленными краями.

Площадь поперечного торца матрицы без учета скруглений и гнезд равна площади квадрата

$$S = a^2 = (4\sigma + 2d)^2.$$

С учетом гнезд

$$S = (4\sigma + 2d)^2 - \pi d^2.$$

Площадь одного скругления (сегмента C)

$$S_a = (d + 2\sigma)^2 - \pi (d + 2\sigma)^2/4 = 3\pi (d + 2\sigma)^2/4.$$

Полная площадь поперечного торца матрицы с учетом гнезд и скруглений будет равна

$$S = (4\sigma + 2d)^2 - \pi d^2 - 4S_a = (4\sigma + 2d)^2 - \pi d^2 - 3\pi (d + 2\sigma)^2.$$

Объем пресс-формы

$$V = S \cdot H,$$

где H -высота матрицы.

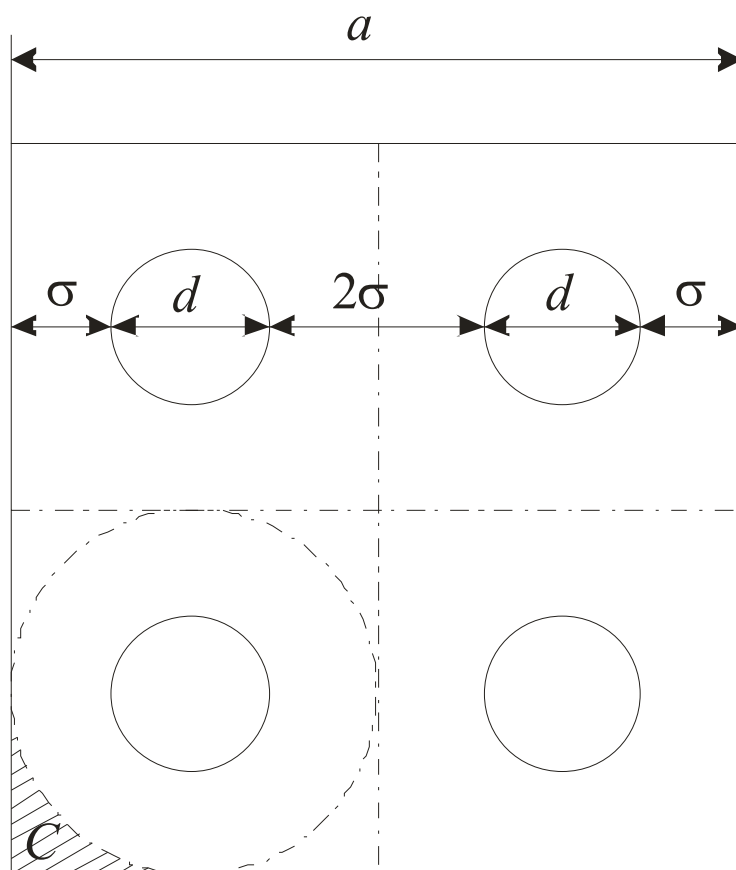


Рисунок 5.8 — Эскиз матрицы прессформы

Масса матрицы будет равна

$$m = V \rho,$$

где ρ — плотность материала (стали).

6 МАСТЕРСКАЯ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ

6.1 Правила устройства и эксплуатации

Основные операции

Сборка — сложный технологический процесс, включающий в себя следующие операции:

- подготовка корпусов;
- снаряжение (сборка изделия);
- окраска и лакировка корпусов;
- сушка;
- маркировка;
- укупорка;
- формирование партий со сдачей их заказчику.

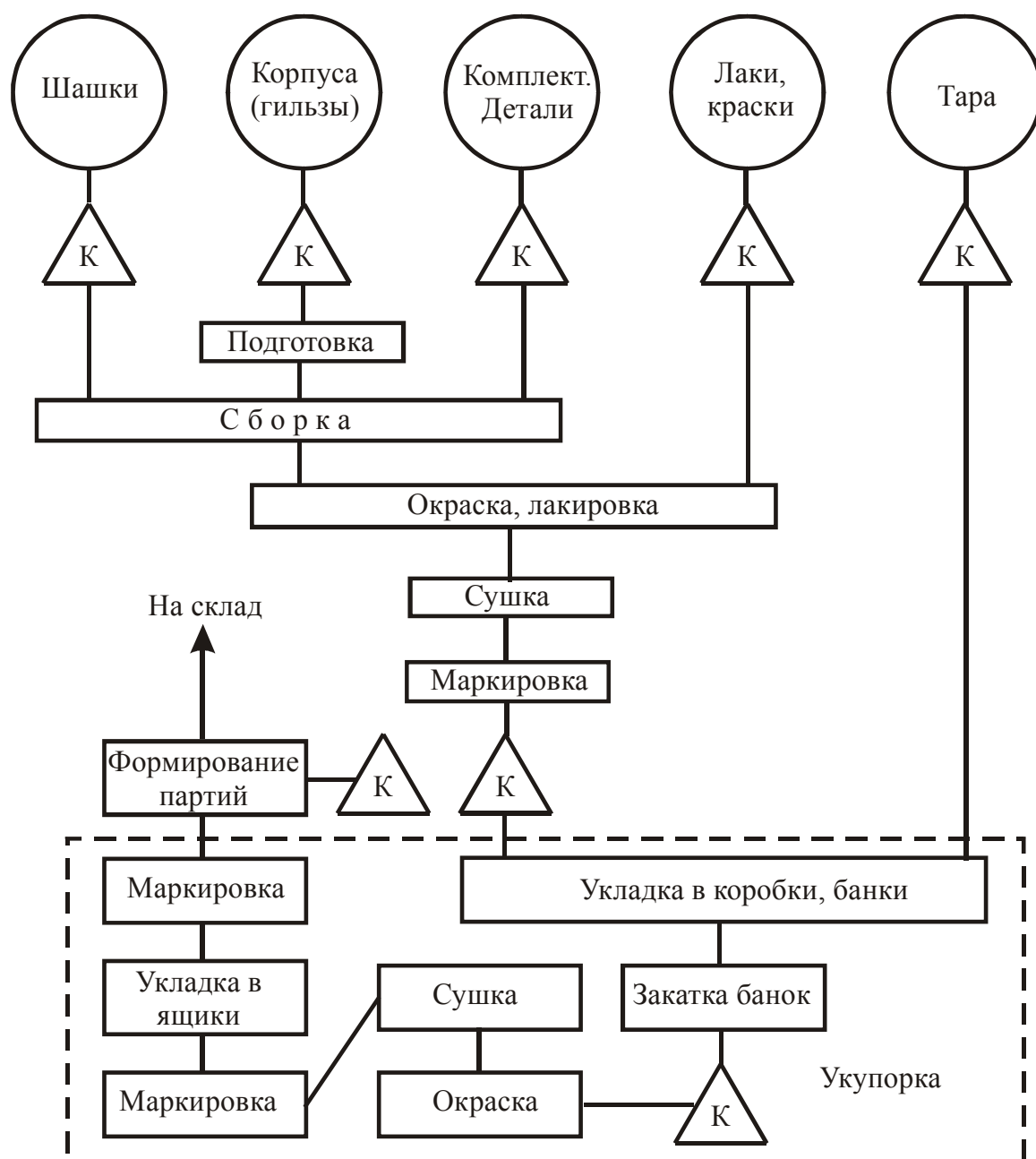


Рисунок 6.1 — Типовая схема сборки

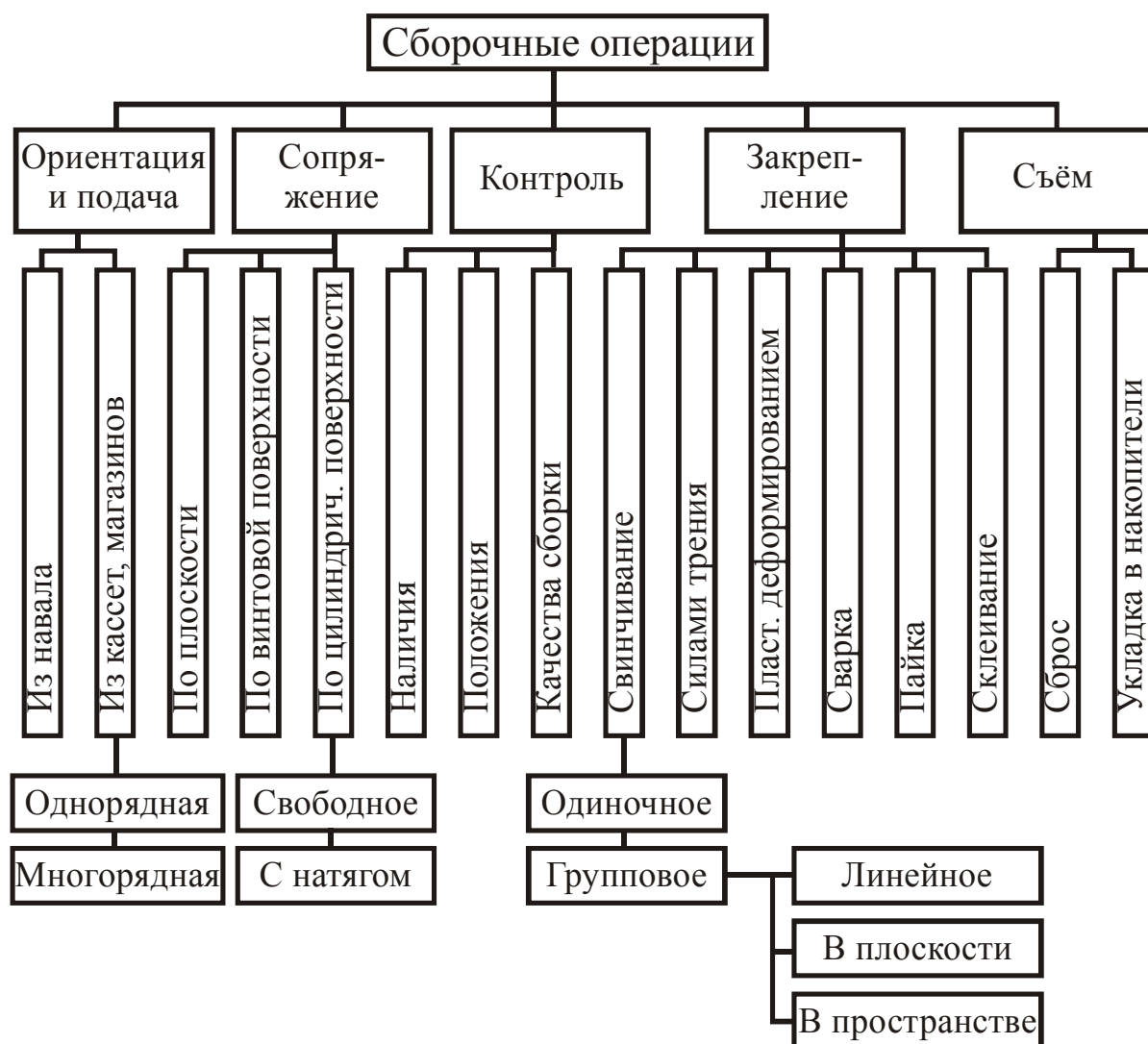


Рисунок 6.2 — Типовые сборочные операции

Хранение переходных запасов и полуфабрикатов

Часто сборочные операции размещаются в помещении для прессования (для малогабаритных изделий) или в отдельном помещении мастерской прессования (для среднегабаритных изделий). В этом случае применяется совместное хранение составов и элементов для сборочных операций.

Если сборочная мастерская размещается в отдельном здании, то для хранения переходных запасов выделяется отдельная кабина (помещение).

Допускается при наличии автоматизированного процесса сборки организовывать хранение части переходного запаса в помещении сборки за изолированными щитами.

Запрещается хранить и перерабатывать фосфор содержащие составы в

помещении, где может находиться другой пиротехнический состав.

Подготовка корпусов изделий

Корпуса поступают в упаковке и выдерживаются при температуре помещения в течение 10-24 часов.

Параютны для парашютных изделий подвергаются предварительной сушке при температуре 40⁰ С, влажности 65% и подвергаются выборочному контролю или визуальному осмотру.

Сборка и переработка исправимого брака

Запрещается на одном потоке одновременно осуществлять сборку разнородных изделий.

Сборка терочно-воспламенительных, электровоспламенительных узлов, электродетонаторов осуществляется на отдельной линии в отдельном помещении или в мастерской сборки за щитами.

При нанесении капельных составов каждое рабочее место отгораживается щитами.

Запрещается осуществлять сборку фосфор содержащих изделий совместно с другими.

Для переработки исправимого брака выделяются отдельные линии (потоки).

В редких случаях (для исправления маркировки на корпусах изделий) разрешается переработку осуществлять на основном потоке. Для этого останавливается основной поток и перерабатывается накопленный брак.

Лакировка и покраска

Осуществляется как правило одним из трех способов:

- намазкой;
- окунанием;
- распылением.

Если операция лакировки или покраски включена в линию (поток), то рабочие места снабжаются вытяжной вентиляцией и защитными

приспособлениями.

Для больших корпусов (снаряды, мины) лакировка и покраска осуществляются в отдельном помещении.

Сушка

Корпуса в сборе сушатся при температуре $T \leq 50^{\circ} \text{C}$.

Операция сушки может осуществляться:

- в помещении сборки прямо на потоке (обычно мелкие изделия);
- в отдельном помещении мастерской сборки;
- в отдельном здании

Маркировка

Как правило осуществляется вручную трафаретным способом.

Контроль электрических характеристик

Все изделия, содержащие электрические элементы, подвергаются сплошному (100%) контролю.

Контроль осуществляется в специальных кабинах дистанционно. Допускается контроль электрических средств воспламенения в помещении сборки. Для этого рабочие места оборудуются защитными щитами и размещаются отдельно от потока.

Укупорка

Осуществляется в отдельном помещении мастерской сборки. В некоторых случаях операция укупорки проводится в помещении сборки (входит в состав линии).

При укупорке в большинстве случаев изделия помещают в полиэтиленовую оболочку или закатывают в металлические банки. И в том и в другом случае проводится контроль на герметичность. В некоторых случаях металлические банки или полиэтиленовые пакеты помещают в деревянную тару (порох, патроны к стрелковому оружию и т. д.).

Формирование партий

Перед формированием партии определяются следующие позиции:

- объемом партии;
- место контроля характеристик партии.

Объем партии определяется стоимостью изделий, требованием к надежности, пожеланиями заказчика.

Как правило, за партию принимают сменную или суточную выработку изделий.

Контроль и приемка партии может осуществляться:

- непосредственно в помещении мастерской сборки;
- в центральной заводской лаборатории;
- на полигоне.

Этапы технологического проектирования сборки:

- сбор и анализ данных;
- определение номенклатуры выпускаемых изделий;
- анализ изделий на технологичность;
- определение темпа сборки;
- определение числа операций, их содержания и параметров сборки (усилия навинчивания, затягивания и т. д.);
- установка рационального порядка и маршрута сборки;
- выбор оборудования, оснастки и приспособлений;
- определение контролируемых параметров и видов контроля;
- установка схемы межоперационных связей и выбор транспортно-накопительных устройств;
- планировка участков.

Организация поточного производства

Сборка бывает [14]:

- с индивидуальной подгонкой деталей;
- из унифицированных деталей;
- автоматизированная;
- поточная.

Поточная сборка — самая эффективная. Потoki различают по:

— расположению в пространстве (рис. 6.3);

— степени автоматизации;

— типу транспортных устройств.

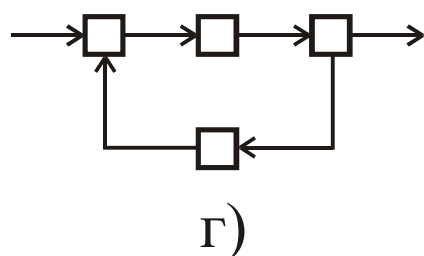
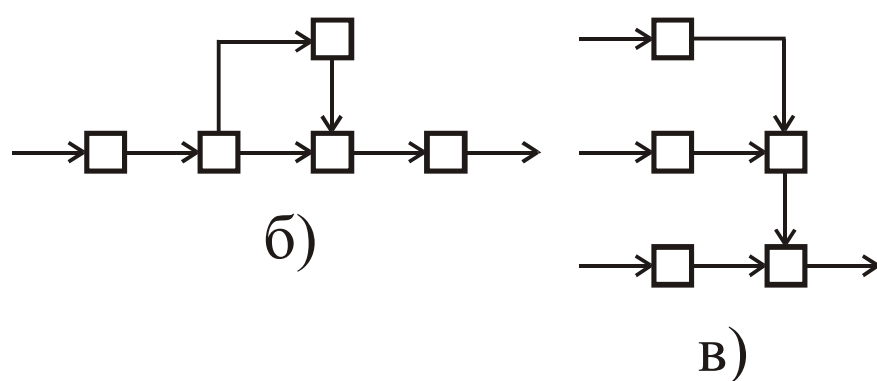
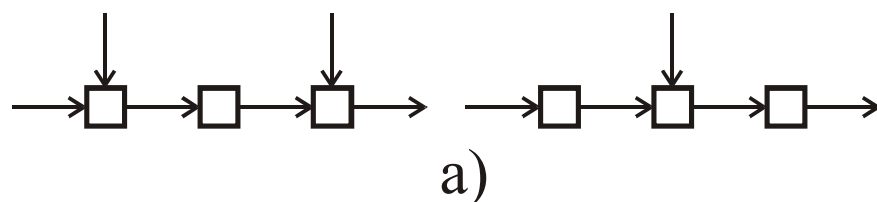


Рисунок 6.3 — Типы потоков по расположению в пространстве : а — последовательный; б — разветвляющийся; в — сходящийся; г — с рециклом

Основной принцип, используемый при размещении потоков в пространстве — не допускать при проектировании сборки частичной промежуточной разборки узлов.

Сборку сложных узлов следует выделять в отдельный поток.

Расчет такта потока и количества рабочих мест

Тактом потока называется промежуток времени, за который с потока сходит одно изделие, а сборочные единицы перемещаются от одного рабочего

места к другому

$$T = (T_{см} - T_{пер} - T_{обс})/n,$$

где T — такт потока;

$T_{см}$ — продолжительность смены;

$T_{пер}, T_{обс}$ — время на перерывы и на обслуживание рабочего места;

n — количество изделий (сменное задание).

Действительный такт потока рассчитывается по формуле

$$T_{\partial} = T - T_{пер},$$

где $T_{пер}$ — время перемещения изделия от одного рабочего места к другому

$$T_{пер} = L/V,$$

где L — шаг потока;

V — скорость транспортирования, которая зависит от типа потока

— немеханизированный (ручной): 12—20 м/мин;

— механизированный: 30—40 м/мин;

— механизированный пульсирующий: 15—20 м/мин;

— совмещение операций с транспортировкой: 0.1—3.5 м/мин;

— тяжелый конвейер: 3—5 м/мин.

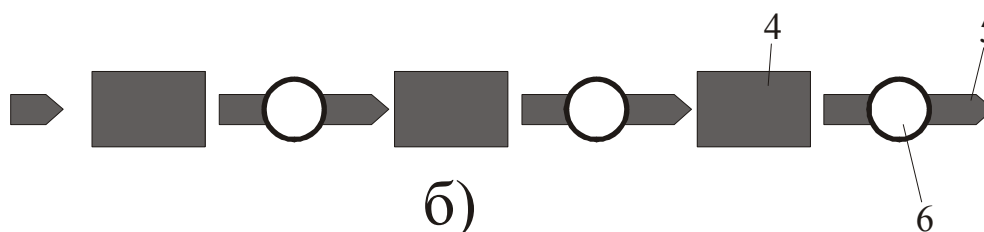
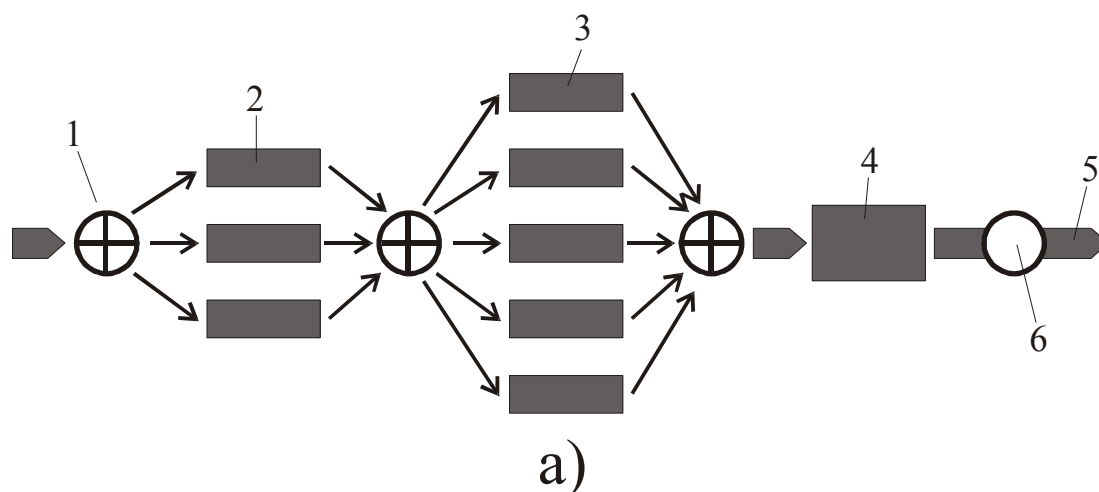


Рисунок 6.4 — Схема организации поточной линии: 1— накопительное устройство; 2,3— низкопроизводительное оборудование; 4— высокопроизводительное оборудование; 5— направление потока; 6— транспортное устройство

Все работы подразделяются на операции , кратные такту потока.

Число рабочих мест рассчитывается по формуле

$$N = T_{on} / (T_{\partial} K),$$

где T_{on} — время на операцию;

K — коэффициент загрузки рабочего места (0.9—1.03).

Поточные линии обычно создаются с возможностью легко переходить с одной номенклатуры на другую.

6.2 Сборка ракеты «Алазань – 5»

Организация сборочного процесса

Для сборки ракет создана специальная механизированная линия, на которой выполняется значительная часть работ, кроме опасных операций, связанных с подготовкой отдельных комплектующих узлов и деталей. Их ведут в специальных кабинах, расположенных вблизи механизированной линии.

Механизированную линию сборки изделия условно делят на следующие участки. На каждом из которых выполняется комплекс однотипных операций.

На первом участке производится подготовка бумажных камер, т.е. ряд подготовительных операций, в том числе грунтовка камер в два слоя, окраска эмалью в два слоя с выдержкой после нанесения первого слоя 15 мин и сушкой изделия при +40 °С в течение 3 ч после нанесения второго слоя. Этот участок линии оснащен тяговой цепью, станциями привода и натяжения, камерами сушки и окраски, приточно-вытяжной вентиляцией и узлом управления.

На втором участке производится сборка изделия. Здесь выполняются следующие работы: чистка резьбы, нанесение герметика, выравнивание, набор

прокладок, чистка стыков, довинчивание, установка перьев, завинчивание пробки и винтов. На этом участке линии используют головки вращения, станки довинчивания, пневмозажимы и пневмоотвертки. Станок довинчивания рассчитан на обеспечение определенного крутящего момента 9.8 Н·м. Перечисленное оборудование разработано применительно к ракете “Алазань-5” и с учетом обеспечения выпуска изделий в заданных количествах.

На третьем участке линии производится чистка изделий и окраска обнаруженных дефектов на поверхностях изделий при выполнении технологических операций.

На четвертом участке окрашенные изделия сушатся в сушилке, смонтированной непосредственно на линии сборки.

Поточно-механизированная линия сборки изделия “Алазань-5”

Предназначена для выполнения технологических операций по подготовке камер и сборке изделий.

Состоит из следующего оборудования: линии подготовки камер, линии сборки, станка свинчивания, станка довинчивания.

Линия подготовки камер предназначена для выполнения технологических операций по окраске и сушке камер по следующей схеме:

- предварительный обогрев и чистка камер;
- нанесение первого слоя грунта на поверхность камер и выдержка в течение 15 мин;
- нанесение второго слоя грунта и выдержка в течение 15 мин;
- нанесение первого слоя эмали и выдержка в течение 15 мин;
- нанесение второго слоя эмали и выдержка в камере сушки в течение 3 ч.

Технические характеристики ЛПК

Производительность, шт/ч	90
Количество камер в сушилке	540
Шаг между изделиями, мм	101.6

Метод сушки	конвективный
Температура воздуха в камере сушки, °С	40
Количество камер окраски в линии	4
Общее время выполнения технологических операций, ч	4
Скорость перемещения цепи конвейера, м/мин	0.3048
Тип конвейера	горизонтально- замкнутый, непрерывного действия
Положение камер на транспортере	вертикальное
Длина цепи транспортера, м	112.2
Габаритные размеры, мм	18300×7110×2000

Линия сборки предназначена для выполнения сборки и окончательной отделки изделий.

Технические характеристики ЛС

Производительность, шт/ч	90
Цикл работы линии, с	40
Тип конвейера	вертикально- замкнутый
Шаг укладки изделий, мм	406.4
Количество позиций на транспортере	130
Габаритные размеры, мм	5668×2500×1600

Станок свинчивания предназначен для свинчивания наживленных частей изделий.

Технические характеристики СС

Производительность, шт/час	120
Диаметр свинчиваемого изделия, мм	82
Цикл работы станка, с	30

Частота вращения, об/мин	90
Крутящий момент, Н×м	19.62
Габаритные размеры, мм	2808×608×1190

Станок довинчивания предназначен для окончательной затяжки изделий и аналогичен станку свинчивания

Лимитирующими стадиями процесса сборки изделия “Алазань– 5”, будут стадии подготовки камер и непосредственно сборки. С учетом этого производительность всей линии будет 90 шт/ч.

6.3 Линии сборки

Виды устройств, применяемых на фазе снаряжения

С целью повышения производительности труда и увеличения выпуска готовой продукции, снаряжение производится на роторно-конвейерных линиях.

Роторы для операций сборки

К сборочным роторам автоматических сборочных линий относятся роторы, предназначенные для выполнения процесса сборки изделий из двух или более элементов [15]. Примером технологических операций сборки являются: вставка одной детали в другую, вкладывание, надевание и. т. п. Эти операции относятся к процессам III класса, встречаются сборочные операции процессов I и II классов. Эти операции требуют более сложного рабочего движения (вращательного одновременно с поступательным). Поскольку преобладающим процессом сборочных операций является процесс III класса, то выполнение этих операций на роторных линиях является наиболее простым и целесообразным.

Сборочные ротора имеют блоки инструмента. Это обеспечивает быструю замену вышедшего из строя блока. По числу деталей в узле, собираемом в роторе, сборочные роторы разделяются на две группы:

- роторы, в которых собирается узел из двух элементов;
- роторы, в которых собирается узел из трех и более элементов.

Вторая группа сложнее первой по обеспечению питанием комплектности

узла, контролю наличия и положения деталей. Для сборочного ротора необходимо соответствие его минутной производительности, рассматриваемой для линии в целом. Электроавтоматика в сборочных роторах применяется для выполнения следующих функций: контроль, наличие и правильность положения, удаление некомплектного предмета из потока. Производительность для сборочных роторов в значительной мере зависит от работы загрузочно-питающих устройств. Увеличение производительности можно получить при организации бесперебойного питания ротора собираемыми элементами. На всех питающих устройствах предусмотрено наличие электрощупа, обеспечивающего подачу сигнала о наличии элементов в бункерах. Этот сигнал должен подаваться на общую панель сигнализации с указанием наименования питателя или его номера. Это обеспечит своевременную загрузку всех питающих устройств и устранил перебои в выходе готовых изделий из ротора сборки. Система электроавтоматики в сборочном роторе указывает на отказ элемента автоматики. Она выполняет следующие функции:

обеспечивает выдачу последующего элемента в зависимости от наличия предыдущего;

осуществляет изменение закона движения инструмента в зависимости от комплектности узла;

осуществляет отказ от питания предыдущим элементом в случае, если собираемый узел проходит на повторный оборот из-за отсутствия последующего элемента. Это реализуется с помощью электрощупа.

Аварийные выключатели должны быть связаны с панелью сигнализации, чтобы указывать на причину останова линии. Установка аварийных выключателей нужна для останова линии в экстренных случаях. В данном проекте предлагается использовать ротор сборки узла из двух элементов.

Ротор сборки узла из двух элементов показан на рисунке 6.5, блок сборки двух элементов — на рисунке 6.6.

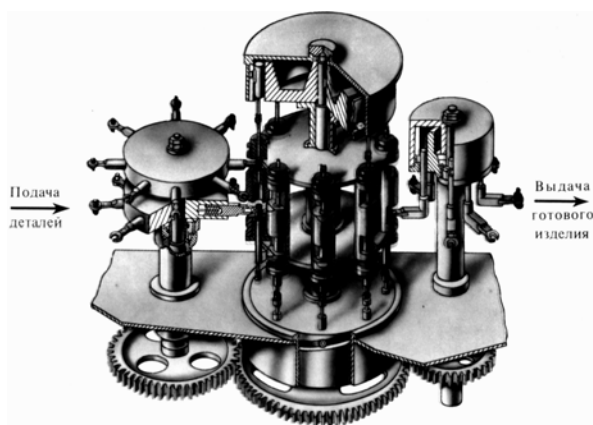


Рисунок 6.5 — Ротор сборки узла из двух элементов

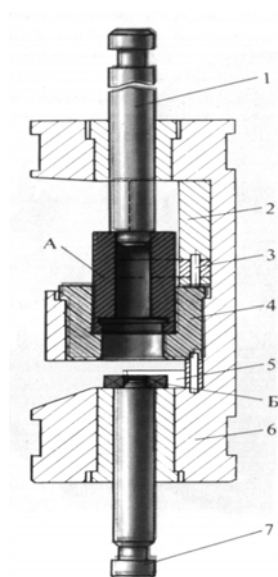


Рисунок 6.6 — Блок сборки двух элементов: 1 – подающий шток; 2 – центрирующий приемник; 3 – губки для удержания элемента А; 4 – двухсторонняя центрирующая матрица; 5 – губки для приема элемента Б; 6 – корпус; 7 – подающий шток

Роторы для дозировочных операций

К дозировочным роторам автоматических роторных линий относятся роторы, предназначенные для выполнения технологических операций дозирования сыпучих и жидких материалов и веществ (рис. 6.7). Сыпучие вещества можно дозировать объемным, весовым и объемно-весовым методами.

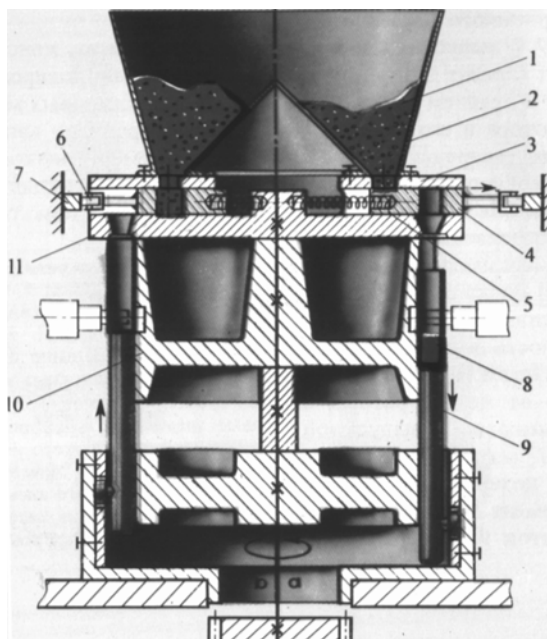


Рисунок 6.7 — Ротор дозирования сыпучих материалов: 1 – дозируемый материал; 2 – бункер; 3 – распределительный диск; 4 – дозирующий шибер; 5 – возвратная пружина; 6 – ролик; 7 – радиальный копир; 8 – наполняемый элемент; 9 – шток; 10 – приемный барабан; 11 – диск

Автоматические загрузочные приспособления

Специфика загрузки роторной линии состоит в том, что предметы обработки подаются из неподвижного состояния во вращающийся ротор питания. Роторно-загрузочное приспособление предназначено для захвата, ориентации и выдачи в ротор питания элементов (рис. 6.8).

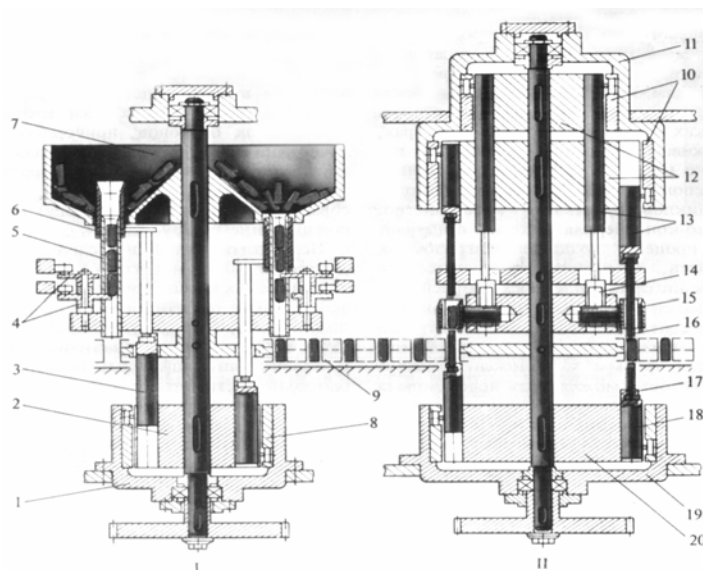


Рисунок 6.8 — Роторно-конвейерное загрузочное устройство: I–ротор поштучного захвата предметов обработки; II–ротор ориентации предметов обработки; 1 – стакан; 2 – барабан; 3 – ползун; 4 – отсекатели; 5 – накопитель; 6 – захватный орган; 7 – бункер; 8 – цилиндрический кулачок; 9 – транспортный конвейер; 10– кулачки; 11 – стаканы; 12 – барабаны; 13 – ползуны; 14 – зубчатая рейка; 15 – ориентатор; 16 – выталкиватель; 17 – поддерживатель

Питатели для штучных предметов

Служат для передачи предметов из лотков или трубок загрузочных устройств в позиции роторов питания. Автоматическое блокировочное отключение питателя обычно применяется в сборочно-монтажных линиях, когда необходимо обеспечить комплектность деталей сборки. В случае отсутствия одной детали, последующие не будут выданы из питателей, т. к. возможно поступление собираемого узла в некомплектном виде.

Автоматическое блокировочное отключение питателя можно осуществлять рычажной системой от импульса, полученного в результате контроля наличия предмета на соответствующей позиции, контроля его качества, наличия инструмента.

Питатели могут выполнять функцию подпитки. Она нужна для пополнения потока предметами при наличии в роторах позиций, не содержащих предметов обработки, например сброшенных или пропущенных загрузочными приспособлениями. Пропуск в подаче одной детали, при сборке узла из нескольких деталей, приводит к удалению всего узла.

Межоперационные передающие устройства

Внутрилинейные передачи обеспечивают непосредственную передачу предметов обработки из одной рабочей машины в другую в пределах линии.

Наиболее распространен транспортный ротор с клещевыми захватными органами представленный на рисунке 6.9.

Ротор имеет в качестве захватных органов клещи, которые состоят из зажимных губок 9, пружины 10 и ползуна 8. Пружины 3 и 10 служат для

амортизации захватных органов при возможной встрече их с жесткими предметами, например с оставшимся в блоке инструмента предметом обработки.

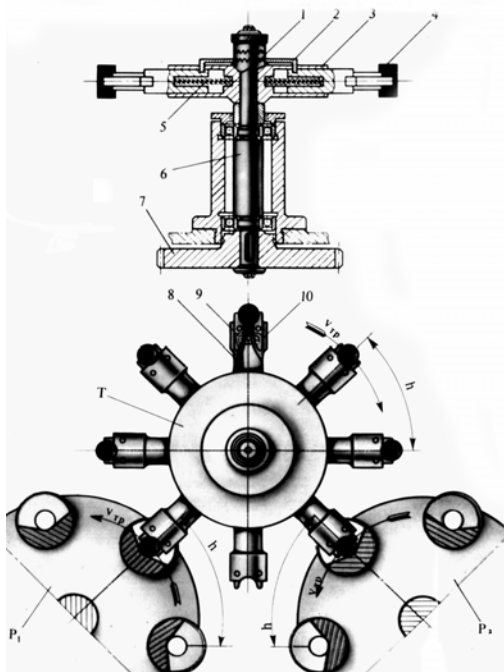


Рисунок 6.9 — Транспортный ротор с клещевыми захватными органами:
1 – приводная шестерня; 2 – вал; 3 – пружина; 4 – диск; 5 – кольцо; 6 – втулка; 7 – болт; 8 – ползуны; 9 – зажимные губки; 10 – пружина

Помимо этого пружина 3 путем незначительного сжатия ($1 \div 2$ мм) и последующего восстановления создает более благоприятные условия приема и передачи предмета обработки. Механизм транспортирования этого ротора включает в себя приводную шестерню 1 и вал 2 с насаженным на него диском.

Межлинейные передающие устройства

Для сохранения высокого коэффициента использования комплексных автоматизированных производств, их компоновку производят из отдельных линий, выполняющих последовательно определенные комплексы технологических операций.

Наиболее распространены межлинейные передающие устройства с передачей предметов обработки с одной линии на другую с потерей ориентации

и с последующим ее восстановлением посредством загрузочных приспособлений. В комплекс механизмов межлинейной передачи входят: транспортеры, бункерные устройства для межлинейного накопления предметов обработки, бункерные загрузочные приспособления с автоматической загрузкой последующих линий.

Контрольные роторы

Для контроля линейных параметров серийных и массовых изделий в автоматических роторных линиях применяются блоки и роторы контроля (рис. 6.10). Автоматический контроль линейных параметров осуществляется, как правило, с помощью электромагнитных датчиков.

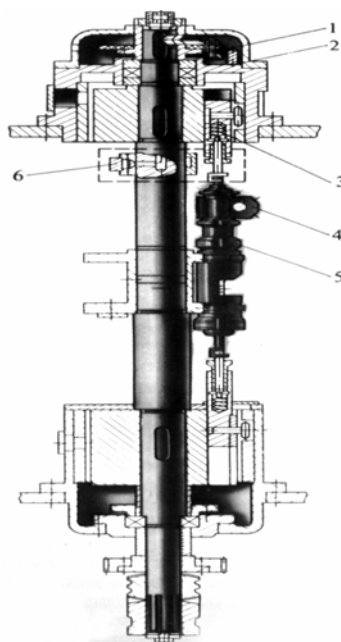


Рисунок 6.10 — Контрольный ротор: 1 — скользящие контакты; 2 — неподвижный коллектор; 3 — индивидуальный пружинный компенсатор; 4 — индивидуальный электроконтрольный датчик; 5 — блок контроля; 6 — штепсельные разъемы.

6.4 Сборка РСХТ-40

Снаряжение и сборка СХТ-40 производится на роторно-конвейерной линии сборки. Таких линий несколько и каждая из них предназначена для сборки отдельных узлов. Также установлена линия окончательного снаряжения

патрона.

Линия снаряжения вышибного заряда

Линия снаряжения вышибного заряда показана на рисунке 6.11.

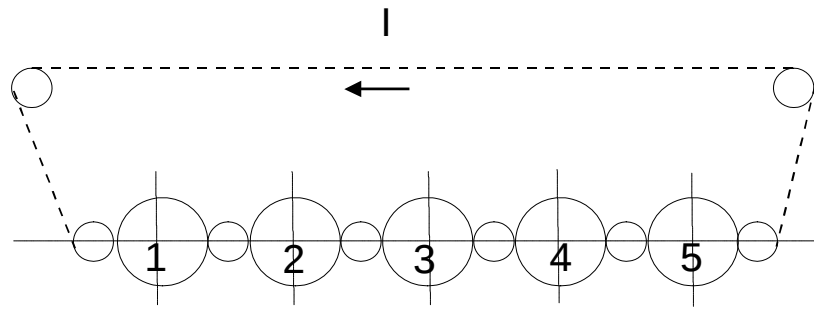


Рисунок 6.11 — Схема линии снаряжения вышибного заряда: 1 – загрузочный ротор кружков; 2 – ротор лакировки; 3 – дозировочный ротор; 4 – ротор контроля комплектности; 5 – контрольно-технологический ротор сборки двух элементов, он же дозатор кружков

Число рабочих позиций ротора, n_n :

$$n_n = Q \cdot t_0, \quad 1$$

где Q – производительность, шт/с;

t_0 – время операции на роторе.

Для каждого рабочего ротора n_n :

$$2: n_n = 0.16 \cdot 10 \approx 2,$$

$$4: n_n = 0.16 \cdot 10 \approx 2,$$

$$5: n_n = 0.16 \cdot 15 \approx 3.$$

Расчет габаритных размеров проводится по пятому ротору, т. к. у него самое большое число рабочих позиций.

$$S = (2.5 \div 3.5) \cdot d_{uo},$$

где S – расстояние между рабочими позициями, см;

d_{uo} – диаметр исполнительного органа (50 мм),

$$S = 3.5 \cdot 5 = 17.5 \text{ см},$$

$$D = S \cdot n_n / \pi,$$

$$D = 17.5 \cdot 3 / 3.14 = 16.7 \text{ см}.$$

Примем, что диаметры остальных роторов имеют такой же размер. Тогда ориентировочные размеры линии составляют:

длина $16.7 \cdot 5 = 83.5$ см., примем длину равной 1 м,

ширина $16.7 \text{ см} \approx 0.5$ м,

высота 1.0 м.

Линия сборки воспламенителей

Линия сборки воспламенителей показана на рисунке 6.12.

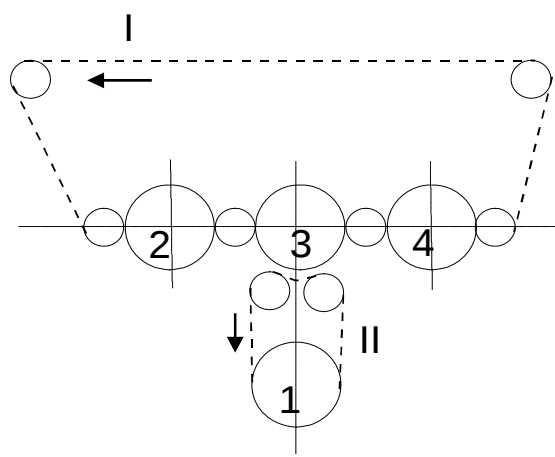


Рисунок 6.12 — Схема линии сборки воспламенителей: 1 — загрузочный ротор; 2 — загрузочный ротор; 3 — ротор сборки двух элементов; 4 — контрольный ротор

3: $n_n = 0.16 \cdot 10 \approx 2$,

4: $n_n = 0.16 \cdot 10 \approx 2$,

$S = 3,5 \cdot 5 = 17.5$ см.,

$D = 16.7$ см.

длина: $16.7 \cdot 3 = 50.1$ см, примем длину равной 0.5 м,

ширина: $16.7 \cdot 2 = 33.4$ см ≈ 0.5 м,

высота: 1.0 м.

Линия сборки двигателей

Линия сборки двигателей показана на рисунке 6.13.

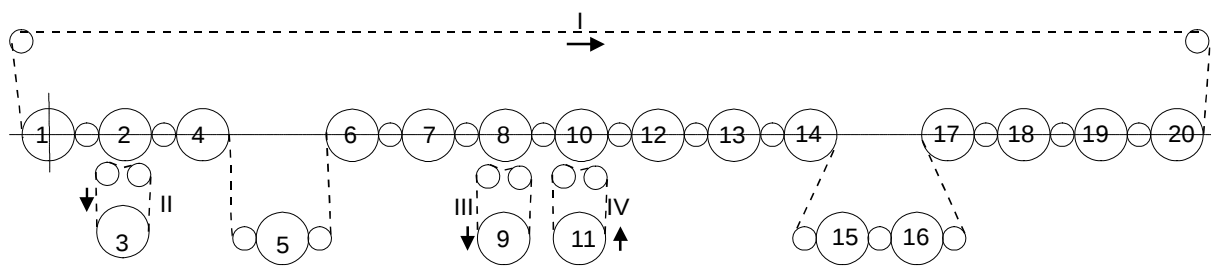


Рисунок 6.13 — Схема линии сборки двигателей: 1 – загрузочный ротор воспламенительной звезды; 2 – ротор сборки двух элементов; 3 – загрузочный ротор компенсаторов; 4 – ротор контроля комплектности; 5 – загрузочный ротор пороховой шашки; 6 – контрольно-технологический ротор; 7 – ротор лакировки; 8 – ротор сборки двух элементов; 9 – загрузочный ротор; 10 – ротор сборки узла и турбинки; 11 – загрузочный ротор турбинки; 12 – ротор контроля комплектности; 13 – ротор досылки воспламенительной звезды с деталями в турбинку; 14 – ротор контроля; 15 – загрузочный ротор замедлителей; 16 – загрузочный ротор колец; 17 – ротор контроля комплектности; 18 – ротор закатки бортика; 19 – ротор закатки двигателя; 20 – ротор сплошного контроля; I, II, III, IV – транспортные роторы

Все роторы имеют две рабочие позиции, следовательно, $D=16.7$ см:

длина: $16.7 \cdot 14 = 233.8$ см, примем длину равной 3м,

ширина: $16.7 \cdot 2 = 33.4$ см ≈ 0.5 м,

высота: 1.0м.

Линия сборки ракет

Линия сборки ракет показана на рисунке 14.

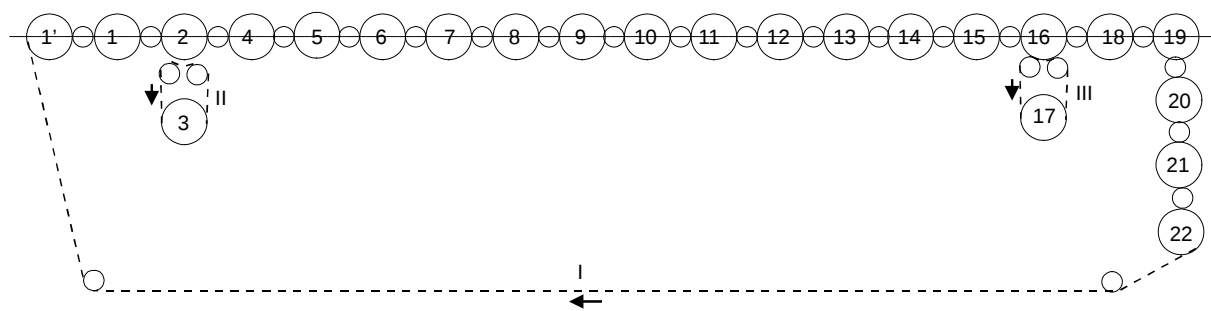


Рисунок 6.14 — Схема линии сборки ракет: 1' – загрузочный ротор

связанных между собой транспортно-технологическими конвейерами. Каждый ротор имеет несколько рабочих позиций, оснащенных однотипными устройствами для выполнения определенных операций, присущих данному ротору. В верхней части каждого ротора расположен бункер для деталей одного наименования. Механическая блокировка загрузочных и технологических устройств исключает возможность сборки изделия при отсутствии хотя бы одной комплектующей детали. При работе линии в бункер каждого загрузочного ротора засыпаются детали одного наименования. Из бункера детали поступают в ориентирующие устройства каждой позиции ротора, где все детали получают необходимую ориентацию и выдаются поштучно в гнезда конвейера, который определенное время движется совместно с позициями ротора.

Готовые изделия хранятся в кабине переходного запаса, откуда вывозятся на склад.

Все роторы имеют две рабочие позиции, следовательно, $D = 16.7$ см:

длина: $16.7 \cdot 8 = 133.6$ см. ≈ 1.5 м,

ширина: $16.7 \cdot 2 = 33.4$ см ≈ 0.5 м,

высота: 1.0 м.

7 СКЛАДЫ

Склады как правило являются неотапливаемыми, располагаются так, чтобы подъездной путь к мастерской был минимальным.

Склад хранения окислителя

Расчет ведется на 3-х дневный запас окислителя.

Допустим, суточная потребность в окислителе составляет $Q=1251,3$ кг. Тогда площадь, необходимая для хранения переходного запаса окислителя может быть рассчитана по формуле:

$$F = Qn/\varphi,$$

где F — необходимая площадь для хранения окислителя, м^2 ;

Q — суточная потребность в окислителе, кг;

n — количество суток;

φ — допустимая нагрузка на пол, $\varphi = 100$ кг/ м^2 .

$$F = 1251,3 \cdot 3 / 100 = 37,54 \text{ м}^2.$$

Так как окислитель поступает в мастерскую в мешках по 40 кг, то потребное количество мешков в сутки равно

$$Q_{\text{сут}} = Q/40 = 1251,3/40 \approx 32 \text{ мешка.}$$

Площадь, занимаемая одним мешком:

$$f = ls,$$

где l — длина мешка, м;

s — ширина мешка, м.

$$f = 0,7 \cdot 0,5 = 0,35 \text{ м}^2.$$

Площадь пола под загрузку мешков:

$$F_1 = f n_m n,$$

где f — площадь, занимаемая одним мешком, м^2 ;

n_m — количество мешков окислителя в сутки;

n — количество суток.

$$F_1 = 0,35 \cdot 32 \cdot 3 = 33,6 \text{ м}^2.$$

Общая площадь для хранения окислителя с учетом проходов и проездов

рассчитывается по формуле:

$$F_{общ} = F_1/k,$$

где $F_{общ}$ — площадь пола с учетом проходов, м^2 ;

k — коэффициент учитывающий проходы и проезды, $k = 0,5$.

$$F_{общ} = 33,6/0,5 = 67,2 \text{ м}^2.$$

Полученная площадь больше, чем площадь рассчитанная первоначально. Следовательно, нагрузка на пол не превысит допустимых пределов.

По результатам расчетов определяем габаритные размеры помещения для склада окислителя, мм:

длина — 9600;

ширина — 7000;

высота — 3000.

Склад хранения горючих

Склад рассчитан на 3-х дневный запас. Допустим, суточная потребность в порошке магния Q составляет 415 кг.

МПФ хранится в металлических барабанах. В каждом барабане 30 кг магния. Потребное количество барабанов рассчитывается по формуле:

$$n_{б} = Q n_{сут}/30,$$

где $n_{сут}$ — количество суток;

$n_{б}$ — количество барабанов.

$$n_{б} = 415 \cdot 3/30 \approx 42 \text{ барабана}.$$

Рассчитаем площадь, которая необходима для размещения барабанов:

$$F_{б} = \pi D^2 n_{б}/4,$$

где $F_{б}$ — площадь занимаемая барабанами, м^2 ;

D — диаметр барабана, м;

$$F_{б} = 3.14 \cdot 0.3^2 \cdot 42/4 = 2.97 \text{ м}^2.$$

Общая площадь для хранения магния с учетом проходов и проездов рассчитывается по формуле:

$$F_{общ} = F_{б}/k,$$

где k — коэффициент, учитывающий проходы и проезды, $k=0,5$.

$$F_{общ} = 2,97/0,5 \approx 6 \text{ м}^2.$$

Размеры склада, мм:

длина — 2000;

ширина — 3000;

высота — 3000.

Склад хранения готовой продукции

Принимаем, что продукция вывозится каждые 3 дня.

Допустим, трехдневная выработка составляет 675 000 шашек.

Размеры ящика, в котором упакованы коробки с термитно-муфельными шашками, мм:

длина — 570;

ширина — 450;

высота — 390.

Площадь, занимаемая одним ящиком составляет $0,57 \times 0,45 \approx 0,26 \text{ м}^2$. В одном ящике 200 термитных шашек.

Потребное количество ящиков:

$$n = 675000/200 = 3375.$$

Ящики на складе укладываются в штабеля по 8 ящиков. Количество штабелей равно

$$III = 3375/8 = 422.$$

Площадь, занимаемая штабелями с ящиками:

$$F = 422 \cdot 0,26 \approx 110 \text{ м}^2.$$

С учетом запаса площади на проходы и проезды общая потребная площадь равна

$$F_{общ} = 110/0,5 = 220 \text{ м}^2.$$

Размеры склада, мм:

длина — 18000;

ширина — 12000;

высота — 3000.

8 СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объемно-планировочное решение

Объемно-планировочное решение мастерских продиктовано технологическим процессом и габаритами оборудования.

Производственные мастерские включают в себя мастерскую подготовки компонентов, мастерскую приготовления составов, мастерскую прессования и сборки.

Каждая из перечисленных мастерских специфична как по характеру производственного процесса, так и по своему оборудованию. По температурному режиму и по влажному режиму все помещения можно сгруппировать следующим образом: отапливаемые с нормальным режимом (все кроме помещения сушки). Помещение сушки характеризуется избытком тепла. Проектируемое производство по степени пожароопасности относиться к категории Б за исключением складов компонентов, которое относиться к категории А.

Все здания одноэтажные, в плане имеют прямоугольную форму.

Размеры и расположения оконных проемов даны из соображений необходимой освещенности и аэрации, а так же в соответствии с нормами СН и П 2.05.04-87.

Разбивка сетки колонн, шаги и пролеты несущих конструкций, покрытия приняты в соответствии с типовыми схемами одноэтажных промышленных зданий. Шаг колонн — 6,0 м.

Высота помещений до низа балки — 6 м. Вспомогательные помещения, а так же комнаты мастеров и технологов находятся в каждой мастерской.

Размеры бытовых помещений и их обоснования определено по СН и П.

Конструктивное решение

Все здания одноэтажные, каркасного типа. Фундамент под стены и под колонны — железобетонный, сборный. Глубина заложения подошвы не менее 2 м. Стены зданий — панельные. Толщина перегородок — 0,10 м. Покрытие

зданий состоит из железобетонных плит, уложенных на балки; утепление покрытий достигается укладкой пенобетонных плит. Кровли зданий представляют собой два слоя рубероида по пергаменту на клеемассе, с внешним водостоком.

Полы в производственных помещениях цементно-бетонные, покрыты линолеум. Полы бытовых помещений деревянные, в санузлах — бетонные.

Оконные пролеты и двери приняты стандартных размеров. В производственных мастерских некоторые операции осуществляются в кабинах. Кабины встроены в здания и имеют вышибные окна. Перед фронтом вышибного окна установлены дворики, шириной равной ширине кабины и глубиной 5,0 м (из сварного железобетона).

Дверь кабины изготавливается из стальных бронелистов и открывается только во внутрь.

Отделочные работы: наружная плоскость стены штукатурится, изнутри все стены производственных помещений гладкие, покрытые масляной краской, углы скруглены. В бытовых помещениях производится штукатурка и окраска стен, перегородок и потолка клеевой краской; в душевых используется масляная краска.

Все оконные переплеты, двери, ворота покрываются олифой и окрашиваются масляной краской в два слоя.

Санитарно-техническое оборудование

Все мастерские отапливаются горячей водой. Температура воды не более 80°C.

Вентиляция — принудительная, приточно-вытяжная; вентиляционные комнаты из разных кабин на должны сообщаться между собой.

Здания оборудованы противопожарным и хозяйственным водопроводом с питанием от горячей сети.

Спуск бытовых сточных вод производится в канализационную сеть с предварительной очисткой стоков.

Расчет размеров обваловки склада готовой продукции

Склад готовой продукции обваловывается. Обваловывание осуществляется путем возведения вокруг него земляной насыпки трапециидального сечения. Высота вала равна высоте здания до карниза. Номинальное расстояние от здания до подошвы обваловки равно 3 м.

В целях обеспечения проезда и маневрирования автотранспорта расстояние увеличивают на Δl , обычно до двух метров (рисунок). Номинальная высота обваловки равна высоте здания – h . В связи с прибавлением Δl , к высоте прибавляют Δh

$$\Delta h = \frac{h \cdot \Delta l}{52 + 1,5 \cdot h}.$$

Высота вала равна

$$h' = h + \Delta h.$$

Определим объем вала:

$$V_{\text{вала}} = 0,5 \cdot b \cdot h' \cdot \Pi_{\text{ск}},$$

где b – ширина вала; $b = 2 \cdot 1,5 \cdot h'$.

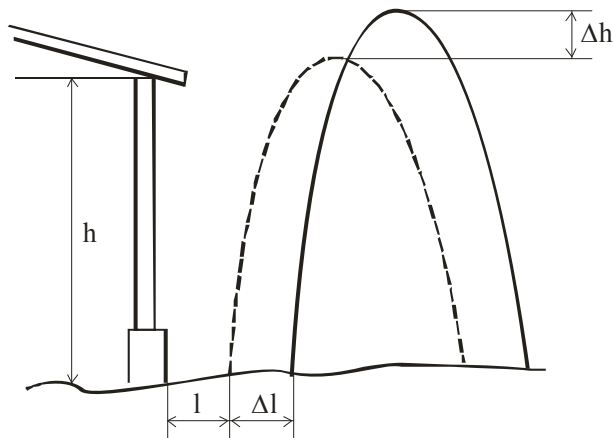


Рисунок 8.1 — К обваловке складов

Обоснование места строительства

В настоящее время цены на компоненты являются договорными. При расчете стоимости транспортировки компонентов до возможного места строительства, использованы данные МПС на 29 января 2007 года.

В таблице 8.1 представлены возможные города-поставщики, требуемое количество сырья и расстояние до возможного места строительства.

Таблица 8.1 – Поставщики компонентов и возможные варианты места строительства

Город поставщик	Компонент	Кол-во кг/год	Кол-во вагонов	Возможное место строительства			
				Кириши		Сергиев Посад	
				Ср. расстояние, км	Тариф, тыс. руб./тонна	Ср. расстояние, км	Тариф, тыс. руб./тонна
г. Березники	KNO ₃	7029	1	1932	9.3	1630	8.2
	Sr(NO ₃) ₂	5979	1	1932	11.9	1630	9.9
г. Орехово-Зуево	ПВХ	1742	1	763	21.5	121	8.6
	СФ-0112А	1028	1	763	36.7	121	14.4
г. Москва	Сера	1150	1	587	12.4	89	5.5
	Уголь древ. мелкий	4624	1	587	3.5	89	1.5
г. Тула	МПФ–3	1537	1	824	38.1	268	19.4

Рассчитаем затраты на перевозку.

Определим количество вагонов, необходимых для перевозки компонентов:

$$n = \frac{G}{q},$$

где G – годовая потребность в компоненте, т.;

q – грузоподъемность вагона, $q=50$ т.

Затраты на транспортировку каждого компонента от станции отправления до станции назначения рассчитывают по формуле:

$$Z_{mp} = m \cdot n,$$

где $Z_{тр.}$ – затраты на транспортировку компонента, тыс. руб.;

m – транспортный тариф тыс. руб./ваг.;

n – количество вагонов, шт.

Прочие затраты на перемещение грузов железнодорожным и автомобильным транспортом принимаются в размере 7% от суммы затрат на транспортировку.

Общие затраты на перевозку компонентов будут равны:

$$Z_{общ.} = Z_{тр.} + Z_{п.р.} + Z_{проч.},$$

где $Z_{общ.}$ – общие затраты на перевозку, тыс. руб.;

$Z_{проч.}$ – прочие затраты, тыс. руб.

Результаты расчет общих затрат на транспортировку компонентов представлены в таблице 8.2.

По результатам таблицы 8.2 выбираем местом строительства г. Сергиев Посад Московской области.

Сергиев Посад – находится в Подмосковье.

Через город проходит железнодорожная магистраль. Недалеко от города проходит Ярославское шоссе, которые обеспечивают доставку компонентов, комплектующих и готовой продукции железнодорожным или автомобильным транспортом.

В городе имеется действующее пиротехническое производство и профильный научно – исследовательский институт, полимерное и машиностроительное производства, что говорит о наличии рабочей силы.

В Сергиевом Посаде имеется мощная подстанция электрических сетей областного значения.

Неподалеку находится город Краснозаводск, где так же имеется действующее пиротехническое производство, что так же обеспечивает наличие квалифицированной рабочей силы.

Кроме того, в Сергиевом Посаде имеется учебный центр для подготовки специалистов пиротехников.

Принимая во внимание перечисленные факторы, в качестве места строительства завода выбираем город Сергиев Посад московской области.

Таблица 8.2 – Затраты на доставку компонентов

Станция отправления	Компонент	г. Кириши			г. Сергиев Посад		
		Затраты на транспортировку, тыс.руб.	Прочие затраты, тыс.руб.	Общие затраты, тыс.руб.	Затраты на транспортировку, тыс.руб.	Прочие затраты, тыс.руб.	Общие затраты, тыс.руб.
г. Березники	KNO ₃	9.3	1.86	14.675	8.2	1.64	13.354
	Sr(NO ₃) ₂	11.9	2.38	17.794	9.9	1.98	15.395
г. Орехово-Зуево	ПВХ	21.5	4.3	29.314	8.6	1.72	13.835
	СФ-0112А	36.7	7.34	47.555	14.4	2.88	20.794
г. Москва	Сера	12.4	2.48	18.395	5.5	1.1	10.114
	Уголь древ. мелкий	3.5	0.7	7.715	1.5	0.3	5.314
г. Тула	МПФ–3	31.8	6.36	41.675	19.4	3.88	26.794
Итого:		177.123			105.6		

Генеральный план цеха

Строительство цеха намечено в районе города Сергиев-Посад Московской области. Рельеф участка, занимаемый цехом, ровный. Грунт, являющийся основанием для зданий и сооружений, представляет собой суглинок. Допускаемое давление на указанный грунт принимается в соответствии с нормами и техническими условиями равным 2,5 кг/см². Преобладающий ветер – юго – западный.

На территории цеха предполагается строительство:

Четырех мастерских (подготовки компонентов, приготовления составов, прессования элементов, снаряжения патронов)

Три склада (окислителей, горючих, готовой продукции)

Убежище ГО, противопожарный водоем, подъездные пути.

Производственные мастерские располагаются в соответствии с ходом технологического процесса. Для зданий категории Б расстояние между зданиями принимаются не менее 35 метров. Автомобильные дороги запроектированы шириной 7 м, запроектирована 1 кольцевая дорога (автомобильная). Коэффициент застройки участка 0,28, коэффициент использования 0,55.

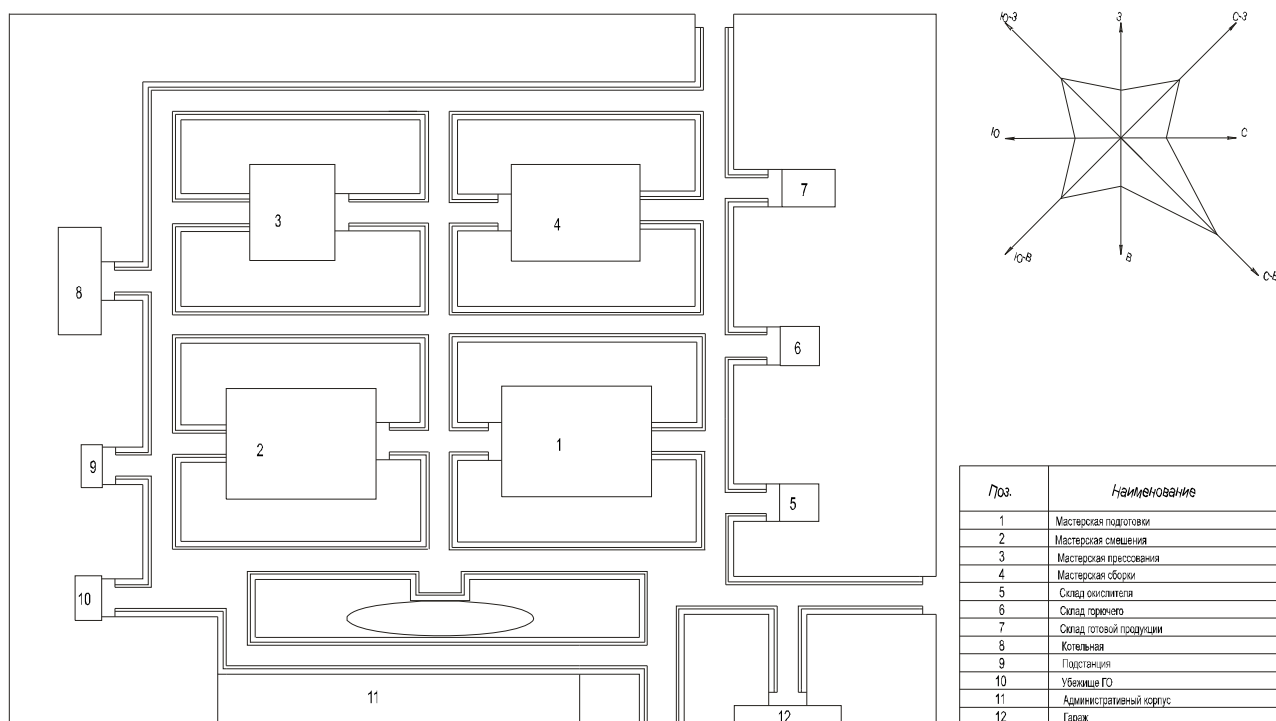


Рисунок 8.2 — Пример генерального плана цеха

ЛИТЕРАТУРА

1. РД РТМ 26-01-131-81. Руководящий нормативный материал. Аппараты сушильные. Методика выбора типа сушиллки. — М.: Ниихиммаш, 1981. — 65 с.
2. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Фонды времени работы оборудования и рабочих: — М.:ВНИИТЭМР, 1986. —39с.

3. Общесоюзные нормы технологического проектирования производств по получению изделий из металлических порошков на основе железа и меди: ОНТП-10-85. — М.: ВНИИ информ. и техн.-экон.исслед. по машиностроению и робототехнике, 1986. — 127 с.

4. Общесоюзные нормы технологического проектирования механообрабатывающих и сборочных цехов предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки:— М.: НИИмаш, 1984. — 112 с.

5. Механическое оборудование заводов цветной металлургии. Ч. 1. Притыкин Д. П, Механическое оборудование для подготовки шихтовых материалов. — М.: Металлургия, 1988. — 392 с.

6. Оборудование предприятий порошковой металлургии/ С. С. Кипарисов, О. В. Падалко. — М.: Металлургия, 1988. — 448 с.

7. Козулин Н. А., Соколов В. Н., Шапиро А. Я. Примеры и задачи по курсу оборудования заводов химической промышленности. — М.-Л.: Машиностроение, 1966. — 491 с.

8. Сиденко П.М., Измельчение в химической промышленности. — Химия, 1968. — 384 с.

9. Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов. — М.: Химия, 1986. — 352 с.

10. Дробилки. Конструкции, расчет, особенности эксплуатации/ Б.В.Клушанцев, А.И.Косарев, Ю.А.Муеземнек. — М.: Машиностроение, 1990. — 320 с.

11. Оборудование предприятий порошковой металлургии. Учебник для вузов/ С. С. Кипарисов, О. В. Падалко. — М.: Металлургия, 1988. — 448 с.

12. Гиберов З. Г., Верне Е. В. Механическое оборудование предприятий для производства полимерных и теплоизоляционных изделий. — М.: Машиностроение, 1973. — 416 с.

13. Справочник по технологии изделий из пластмасс/Г. В. Сагалаев, В. В. Аб-рамов, В. Н. Кулезнев и др.; Под. ред. Г. В. Сагалаева, В. В. Абрамова,

В. Н. Кулезнева, С. В. Власова. — М.: Химия, 2000. — 424 с.

14. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов/ Л.В.Худобин, В.Ф.Гурьянихин, В.Р.Берзин.— М.: Машиностроение,1989.—288 с.

15. Роторно-конвейерные линии производства энергонасыщенных изделий\ Н. М. Вареных, А. Н. Веригин, В. Г. Джангирян, А. С. Дудырев.— СПб.: изд-во «Менделеев», 2003. — 258 с.