

Проектирование компрессорных установок горных предприятий

Занятие 7

Основные параметры компрессоров

Объемная производительность Q_{BC}

количество воздуха, всасываемого в компрессор в единицу времени.

Q_{BC} приводят к нормальным физическим условиям ($P_0 = 101325 \text{ н/м}^2$, $T_0 = 273 \text{ К}$):

$$Q_H = Q_{BC} \frac{T_0 \cdot P_{BC}}{T_{BC} \cdot P_0}$$

Основные параметры компрессоров

Конечное давление P – это допустимое максимальное избыточное давление $P_{ИЗ}$, на котором может работать компрессор и при котором сохраняются условия безопасности.

В паспорте компрессора указывается избыточное давление, а в термодинамических расчетах пользуются абсолютным давлением $P_{абс}$:

$$P_{абс} = P_{ИЗ} + P_{АТМ}$$

Основные параметры компрессоров

Объемная производительность и рабочее давление указывается в маркировке компрессора

2М10-120/8 – поршневой компрессор оппозитного типа, 2-х рядный, поршневое усилие 10 тс , производительность $120\text{ м}^3/\text{мин}$, избыточное рабочее давление $0,8\text{ МПа}$ (8 ати);

ЦК-135/8 – центробежный компрессор производительностью $135\text{ м}^3/\text{мин}$, избыточное рабочее давление $0,8\text{ МПа}$ (8 ати);

ВКМ-25/8 – винтовой компрессор маслозаполненного типа, производительностью $25\text{ м}^3/\text{мин}$, избыточное давление нагнетания $0,8\text{ МПа}$ (8 ати).

Основные параметры компрессоров

Мощность компрессоров объемного принципа действия:

Теоретическая N_T , кВт

$$N_T = \frac{L_T \cdot Q_K}{6 \cdot 10^4}$$

где L_T – удельная работа компрессора при теоретическом процессе сжатия, Дж/м³; Q_K – производительность компрессора, м³/мин

Основные параметры компрессоров

Мощность компрессоров объемного принципа действия:

Индикаторная N_i , кВт

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i}$$

где η_i – индикаторный к.п.д. компрессора.

Мощность на валу (эффективная), кВт

$$N_B = \frac{N_i}{\eta_M}$$

где η_M – механический к.п.д. компрессора

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. Расчет производительности компрессорной станции и выбор компрессоров

Производительность КС, приведенная к нормальным условиям, определяется по формуле

$$V_{КС} = K_C \cdot \phi \cdot (\mu \cdot V'_{пп} + 2,7 \cdot \mu \cdot V''_{пп} + V_{ВПС} + V_{ПР})$$

K_C – коэффициент сезонности, зависящий от температуры всасываемого воздуха;

$\phi = 1,02 \dots 1,05$ - коэффициент, учитывающий возможное повышение давления в некоторых пунктах потребления сжатого воздуха по сравнению с расчетным;

$\mu = 1,02 \dots 1,05$ - коэффициент, учитывающий расход сжатого воздуха неучтенными механизмами;

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

$V_{пп}$ - доля производительности КС, расходуемая непосредственно подключенными к воздухопроводу потребителями для выполнения полезной работы;

$V_{пп2}$ - доля производительности КС, расходуемая подключенными к воздухопроводной сети пневмопотребителями с учетом повышенного потребления сжатого воздуха, связанного с утечками воздуха;

$V_{ВПС}$ – доля производительности КС, расходуемая на преодоление сопротивления воздухопроводной сети;

$V_{ПР}$ – доля производительности КС, расходуемая на утечки в присоединениях к магистральному воздухопроводу ввиду негерметичности конструкции соединения.

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

$$V_{\text{ПП}}' = \sum_{i=1}^N q_i \cdot K_{\text{об}} \cdot n_i \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{В}_i}$$

$$V_{\text{ПП}}'' = \sqrt{\sum_{i=1}^N (q_i \cdot K_{\text{об}})^2 \cdot n_i \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{В}} \cdot (1 - K_{\text{В}_i})}$$

$$V_{\text{ВПС}} = \sum_{j=1}^M B_j \cdot L_j$$

$$V_{\text{ПР}} = v \cdot m$$

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

q_i – номинальный расход сжатого воздуха потребителями i -го типа (принимается из каталогов или технических условий на пневмопотребители);

N – общее количество типов пневмопотребителей, питающихся от рассчитываемой КС;

n_i – количество потребителей i -го типа, подключенных к пневмосети действующих участков (определяется проектом);

Kn_i – коэффициент сменности, учитывающий уменьшенное количество потребителей i -го типа, работающих в смену, по сравнению с количеством потребителей данного типа, подключенных к пневмосети действующих участков;

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

$Kв_i$ – коэффициент включения, учитывающий использование потребителя i -го типа во времени;

M – количество участков воздухопровода;

B_j – предельно допустимые утечки сжатого воздуха j -го участка воздухопровода;

L_j – длина j -го участка воздухопровода (согласно проекта);

$v = 0,5 \text{ м}^3/\text{мин}$ – предельно допустимые утечки сжатого воздуха на одно присоединение к магистрали;

m – количество присоединений к магистрали;

$Kоб_i$ – коэффициент, учитывающий степень использования оборудования i -го типа:

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Значения эксплуатационных коэффициентов некоторых типов пневмопотребителей

Наименование типов пневмопотребителей	Значения коэффициентов			
	$K_{из}$	K_z	K_n	K_v
1. Щитовой агрегат	1,00	0,80	0,80	1,00
2. Комбайн	1,00	0,75	0,80	1,00
3. Конвейер откаточный	1,00	0,80	0,80	1,00
4. Маслостанция	1,10	0,45	0,80	0,75
5. Лебедка комбайновая	1,10	0,60	0,60	1,00
6. Отбойный молоток	1,15	1,00	0,70	0,75
7. Бурильный молоток	1,15	1,00	0,80	0,36
8. Породопогрузочная машина	1,10	0,27	0,80	0,32
9. Лебедка вспомогательная	1,15	0,80	0,60	0,10
10. Лебедка маневровая	1,15	0,80	0,60	0,10
11. Гировоз	1,10	0,74	0,60	0,30
12. Пневмосверло	1,10	0,85	0,30	0,35
13. Насос для нагнетания воды в пласт	1,10	0,85	0,30	0,45
14. Насос для откачки воды	1,10	0,85	0,50	0,30
15. Буровой станок	1,10	0,85	0,40	0,50
16. Буровая установка	1,10	0,85	0,50	0,50
17. Вентилятор местного проветривания	1,00	1,00	1,00	1,00
18. Водовоздушная завеса	1,00	0,80	0,60	0,80

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Рекомендуемое число резервных компрессоров

Количество компрессоров в работе	Количество компрессоров в резерве		
	Винтовые	Поршневые	Центробежные
1-2	1	1	1
3-5	2	2	2
6-12	3	3	3

Фактическая производительность КС с учетом износа компрессоров:

$$V_{КС}^{\phi} = \sum_{\nu=1}^t n_{\nu} \cdot Q_{к_{\nu}} \cdot K_{из_{\nu}}$$

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

2. Расчет и выбор воздухопроводов

Чтобы определить диаметр трубопровода, необходимо знать потери давления воздуха на данном участке ΔP_i , связь которых с диаметром труб d_i устанавливается следующей зависимостью:

$$\Delta P_i = \lambda \frac{l_i \cdot v_i^2}{2 \cdot d_i} \cdot \rho$$

где λ - коэффициент гидравлического трения (для шахтных ВС $\lambda = 0,0334$);

l_i – приведенная длина i -го участка ВС, м;

d_i – диаметр i -го участка ВС, м;

v_i – скорость движения воздуха на i -м участке ВС, м/с;

ρ - плотность сжатого воздуха

(при давлении 0,4 МПа $\rho = 7 \text{ кг/м}^3$).

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Исходя из предварительно заданных максимальной потери давления до самого удаленного участка ΔP_{\max} и длины воздухопровода до самого удаленного воздухоприемника l_{\max} , диаметры всех участков ВС определяются:

$$d_i = \sqrt[5]{\frac{\lambda \cdot l_{\max} \cdot (V_i \cdot \rho_0)^2}{450 \cdot \pi^2 \cdot \rho \cdot \Delta P_{\max}}}$$

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ

Microsoft Excel - Книга2

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

A26

Исходные данные			
показатель	ед.изм.	знач	примечание
Кс	-	1,00	коэффициент
φ	-	1,03	коэффициент
μ	-	1,05	коэффициент
M	шт	9	количество участков воздухопровода
m	шт	205	количество присоединений
v	м3/мин	0,5	утечки воздуха на присоединение
lmax	м	600	максимальная длина воздухопровода
ΔPmax	МПа	0,15	макс. потеря давления в воздухопроводе

Потребители сжатого воздуха										
Наименование потребителей	расход воздуха	кол-во потребит	экспл. коэффиц.				Расчетные показатели			
			Киз	Кз	Кп	Кв	Коб	V`пп	(q*Коб)2	V`пп
Перфоратор	3,6	80	1,00	1,00	1,00	0,46	1	132,48	12,96	3913,64
Перфоратор ПТ-4	4,0	25	1,00	1,00	1,00	0,51	1	51	16	1230,4
Пневмолюк	2,0	50	1,00	1,00	1,00	0,24	1	24	4	1796,12
Пневмопила	1,4	20	1,00	1,00	1,00	0,23	1	6,44	1,96	697,571
Буровая машина	9,0	16	1,15	1,00	1,00	0,60	1,15	99,36	107,1225	756,26
Погрузочная маш	21,0	4	1,10	0,27	1,00	0,32	0,297	7,98336	38,90017	171,419
Вибратор	4,0	10	1,00	1,00	1,00	0,28	1	11,2	16	397,036
Сумма		205						332,4634	196,9427	94,6702

Параметры участков воздухопроводной сети (согласно схемы)							
№	Участок	l	B	lприв	V	d	V`в.пс
26	0 - 1	50	3	57,5	792	0,22	0,2
27	1 - 2	50	4	57,5	100	0,1	0,2
28	1 - 3	200	3	230	692	0,21	0,6
29	3 - 4	50	4	57,5	342	0,16	0,2
30	4 - 5	50	4	57,5	171	0,12	0,2
31	4 - 6	100	4	115	171	0,12	0,4
32	3 - 7	100	4	115	350	0,16	0,4
33	7 - 8	100	4	115	221	0,13	0,4
34	7 - 9	250	4	288	129	0,11	1
35	Сумма:						3,6

Uпр = 102,5
 Производительность КС = 745,23

Лист1 / Лист2 / Лист3

Правка

NUM

Воздушные фильтры

Для очистки атмосферного воздуха перед поступлением его в цилиндры в начале всасывающего трубопровода устанавливаются фильтры коробчатые висцинового или сетчатого типа, а также ячейковые.

Площадь поверхности воздушного фильтра, m^2

$$S_{\phi} = \frac{V_{KC}^{\phi}}{60 \cdot W_{\phi}}$$

где W_{ϕ} – скорость воздуха, проходящего через фильтр

РАСЧЕТ И ВЫБОР ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Воздухосборники

Для сглаживания пульсаций давлений сжатого воздуха в поршневой компрессорной установке должны быть предусмотрены воздухосборники (буферные емкости), которые устанавливаются на фундамент вне здания КС. Емкость воздухосборника, который выполняет также функции аккумулятора, влаго- и маслоотделителя, m^3

$$V_B = 1,6\sqrt{Q}$$

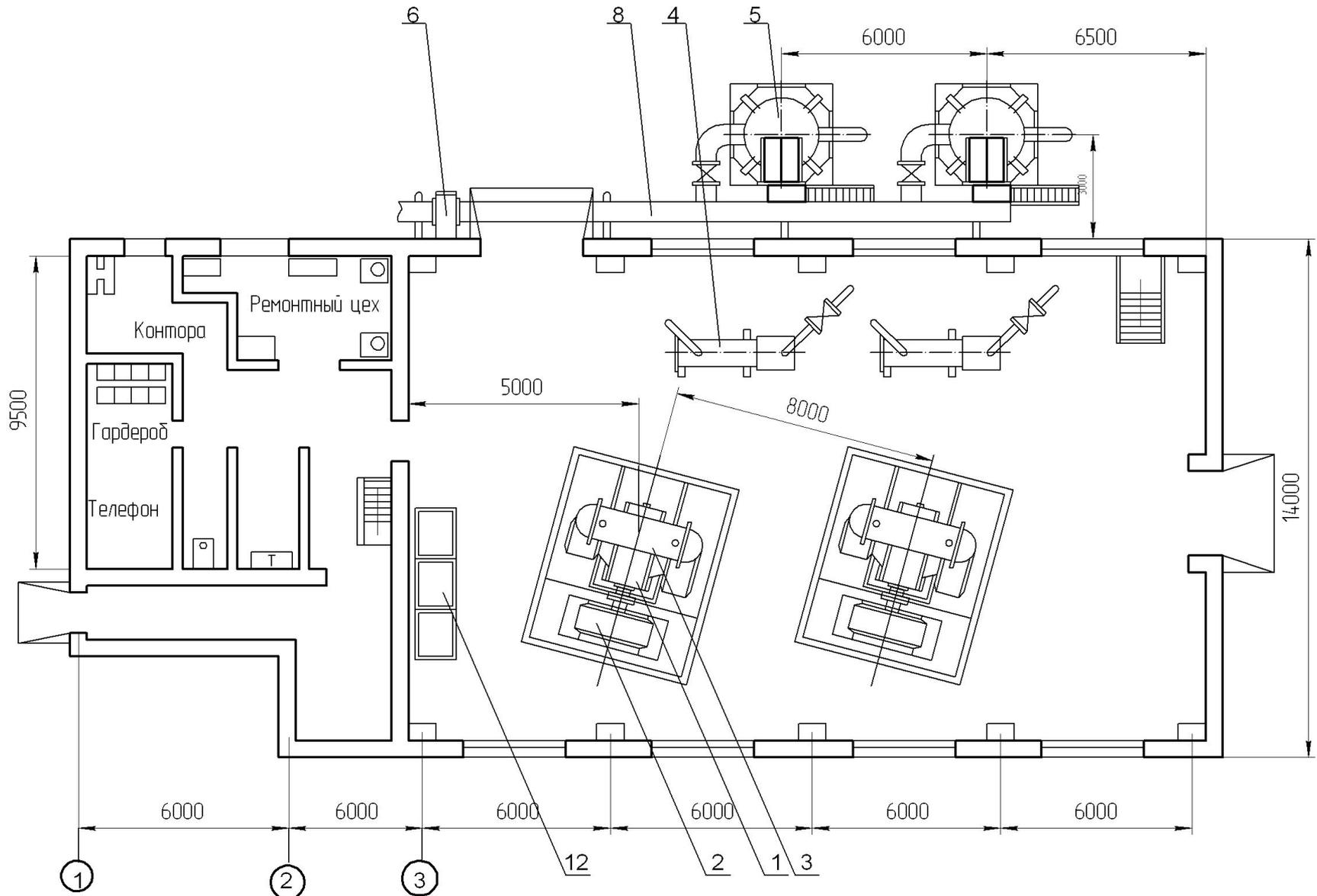
где Q – производительность компрессора или КС, $m^3/мин.$

КОМПОНОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

Требования, предъявляемые к компрессорным станциям:

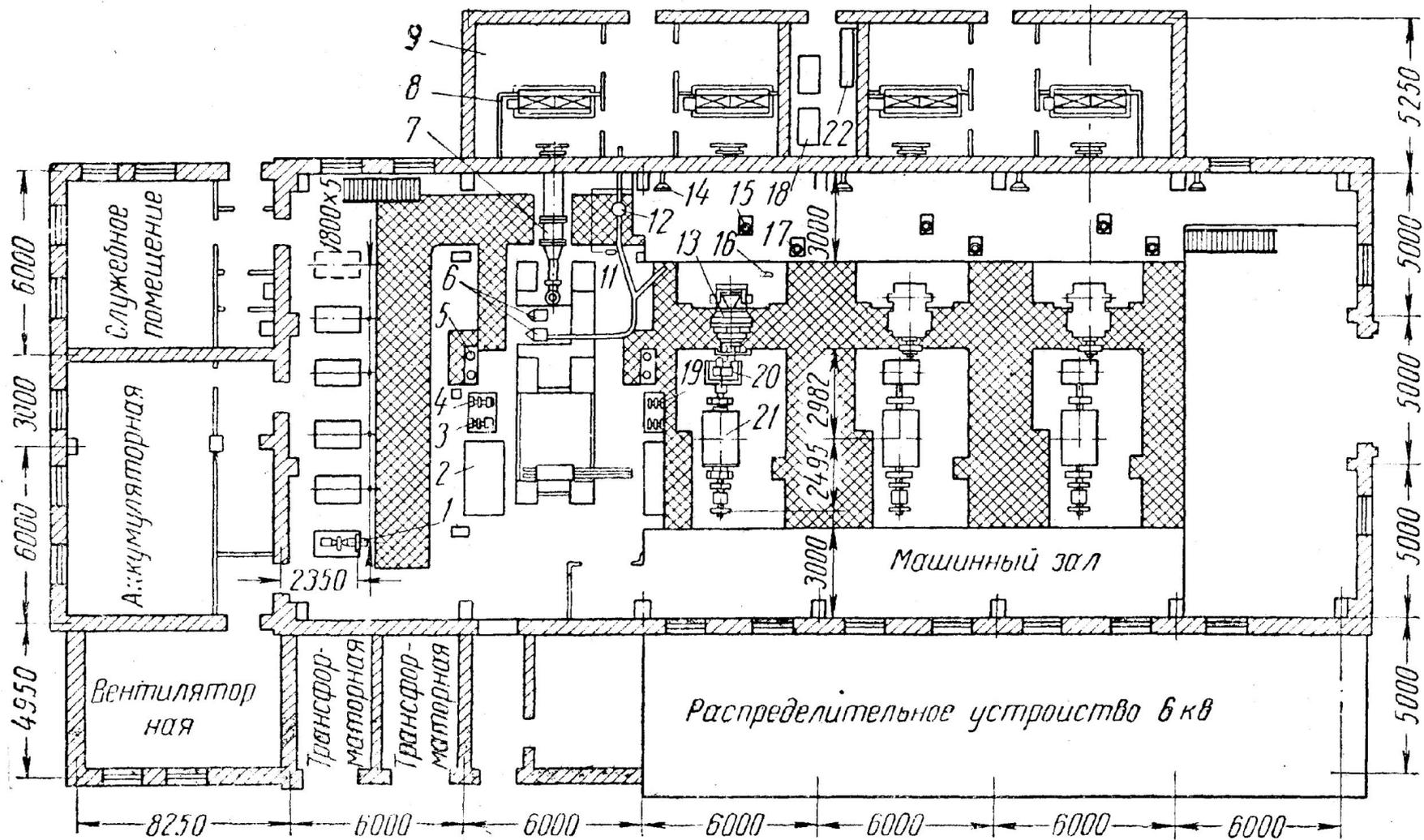
1. Обеспечить при наименьшей стоимости строительства необходимую надежность, безопасность и удобство обслуживания станции при максимальной автоматизации всех процессов.
2. Обеспечить соблюдение требований безопасности, охраны труда, санитарных и строительных норм, технических условий и противопожарных правил и правил проектирования промышленных предприятий.

КОМПОНОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ



Компрессорная станция с поршневыми компрессорами (вид в плане).

КОМПОНОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ



Компрессорная станция с центробежными компрессорами (вид в плане).