

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы
аспирантуры
профессор А.М. Щипачёв

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ,
БАЗ И ХРАНИЛИЩ

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	2. Технические науки
Группа научных специальностей:	2.8. Недропользование и горные науки
Научная специальность:	2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ
Отрасли науки:	Технические
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	4 года
Составитель:	Профессор И.А. Шаммазов

Санкт-Петербург

I. СООРУЖЕНИЕ НАСОСНЫХ (НС) И КОМПРЕССОРНЫХ (КС) СТАНЦИЙ

Место расположения НС и КС по трассе трубопроводов определяется в соответствии с гидравлическим расчетом и должно удовлетворять следующим основным требованиям:

площадка должна располагаться ближе к существующим дорогам;

рельеф местности должен быть спокойным, с определенно выраженным уклоном для удобства отвода поверхностных вод, улучшения условий работы системы самотечной канализации и возможности проведения самотечных технологических операций;

грунты в пределах площадки должны иметь достаточную несущую способность (не ниже 0,12 МПа);

уровень грунтовых вод должен быть на 4-6 м ниже заглубления сооружения;

НС и КС не следует располагать на участках болотистых и оползневых грунтов;

площадки следует выбирать ниже по течению реки по отношению к ближайшим населенным пунктам.

Размеры территории под НС и КС следует принимать минимально необходимыми без излишних резервных площадей. Общая площадь территории может быть определена по формуле / 1 / :

$$S = \frac{\sum s_i}{K_3}, (1)$$

где $\sum s_i$ - сумма площадей всех сооружений (в плане);

K_3 - коэффициент плотности застройки (для НС, КС обычно $K_3 = 0,15 \dots 0,3$).

Строительство НС и КС включает следующие этапы: подготовительные работы;

нулевой цикл (сооружение подземной части объектов);
работы по сооружению наземной части объектов.

I.1. Подготовительные работы при строительстве НС и КС

На этом этапе выполняются следующие работы;

1) перебазирование (создание) строительного участка, устройство временных складов для горюче-смазочных материалов (ГСМ), оборудования и стройматериалов;

2) общая подготовка строительной площадки - рубка леса, корчевку пней и т.д.;

3) инженерная подготовка площадки - вертикальная планировка территории, устройство водостоков и дренажа;

4) устройство временных дорог к строительной площадке и внутри её;

5) разбивочные работы - разбивка главных осей зданий;

6) строительство временных энергетических узлов (электростанций, котельной), системы водоснабжения;

7) завоз стройматериалов и ГСМ.

I.2. Работы нулевого цикла

На этом этапе выполняются следующие виды работ:

земляные работы;

сооружение фундаментов под здания и основное оборудование.

Земляные работы при строительстве НС и КС выполняют при разработке котлованов под фундаменты основных производственных зданий, сооружений и под фундаменты для резервуаров, при сооружении траншей под трубопроводы и инженерные сети.

Котлованы отрывают либо сразу под все здание, либо отдельно для стен, оборудования и т.д.

При разработке котлованов применяют обычно одноковшовые экскаваторы с прямой или обратной лопатой (в зависимости от схемы разработки). Глубокие котлованы и котлованы в водонасыщенных грунтах

разрабатывают экскаваторами, оборудованными драглайном. Траншеи разрабатываются теми же механизмами.

1.2.1. Сооружение фундаментов под здания

При строительстве промышленных объектов и отдельных зданий используют фундаменты разнообразных конструкций:

одиночные (под отдельные колонны, мачты, опоры);

одиночные, объединенные рандбалками (под несущие стены зданий);

ленточные (под несущие стены зданий);

свайные (под здания, сооружаемые на слабых, просадочных, нормальных и вечномёрзлых грунтах).

Подробнее конструкции фундаментов и их расчет рассматривается в дисциплине “Строительные конструкции и комплектно-блочное строительство”

1.2.2. Фундаменты под основное оборудование

Фундаменты под основное оборудование с динамическими нагрузками работают в более сложных условиях, чем фундаменты под здания. Это объясняется следующими условиями:

большими динамическими нагрузками;

вибрацией, возникающей даже при незначительных нарушениях центровки валов или смещения оборудования относительно осей фундамента.

При проектировании фундаментов под основное оборудование необходимо соблюдать следующие условия:

1) фундамент под привод и машину должен быть общим;

2) фундамент агрегата не должен жестко соединяться со стенами зданий и фундаментами под стены;

3) фундаменты должны удовлетворять условиям прочности и устойчивости;

4) расстояние между боковыми гранями смежных фундаментов должно быть не менее 100 мм;

5) колебания фундаментов не должны оказывать вредного влияния на

технологические процессы, оборудование и приборы, а так же на находящиеся вблизи конструкции здания и сооружения;

б) фундаменты должны обладать малой величиной вибрации.

I.2.3. Конструкции фундаментов под основное оборудование

В практике сооружения НС и КС применяют следующие виды фундаментов: массивные, рамные и свайные / 2 /.

По способу изготовления фундаменты могут быть монолитные и сборно-монолитные.

В общем случае выбор вида фундамента зависит от конструктивных особенностей оборудования, высотной отметки расположения перекачивающего агрегата, прочности грунтов основания и т.д.

Массивные фундаменты имеют форму, близкую к параллелепипеду (рис 1). Размеры такого фундамента в плане зависят от конфигурации и размеров основания перекачивающих и силовых агрегатов.

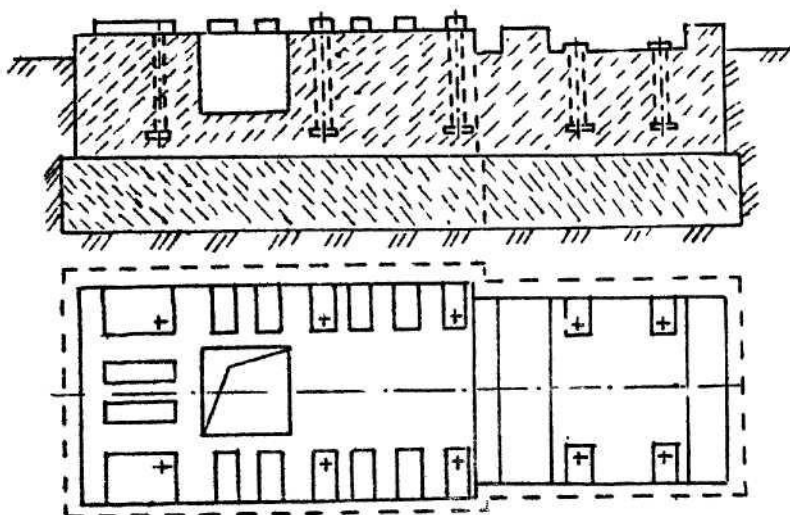


Рис. 1. Массивный монолитный фундамент

Массивные фундаменты широко применяются на НС и КС, под насосы и газоперекачивающие агрегаты (ГПА) с нулевой отметкой или с незначительным её превышением.

К достоинствам таких фундаментов следует отнести:

высокую несущую способность;

высокую демпфирующую способность, т.е. хорошее гашение колебаний.

Недостатком таких фундаментов является то, что они требуют больших трудозатрат на свое изготовление (значительные бетонные и земляные работы).

Оборудование на таком фундаменте закрепляется с помощью фундаментных (анкерных) болтов, которые по назначению делятся на конструктивные и расчетные (силовые). Конструктивные фундаментные болты служат для фиксации оборудования, предотвращения случайных смещений и предусматриваются для оборудования, устойчивость которого против опрокидывания или сдвига обеспечивается собственной массой машины / 3 /.

Расчетные болты воспринимают нагрузки, возникающие при работе технологического оборудования.

В зависимости от способа заделки в фундаменты болты делятся на глухие, объемные и устанавливаемые в готовые фундаменты.

Глухие болты устанавливают в фундамент до бетонирования и закрепляют специальными сборочными приспособлениями, обеспечивающими их проектное положение.

Применяют глухие болты следующих видов: болты с отгибами (рис. 2а) и болты с анкерными плитами (рис 2б).

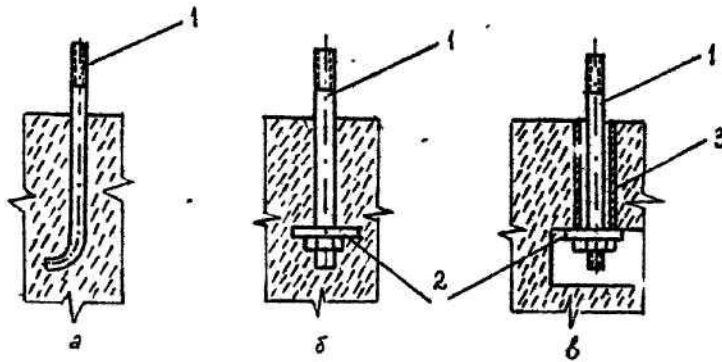


Рис. 2. Анкерные болты;

а- глухой болт с отгибом; б- глухой болт с анкерной плитой; в- съемный анкерный болт. 1 - болты; 2- анкерные плиты; 3- стальная труба.

Съемные болты с анкерными плитами (рис, 2в) работают аналогично глухим болтам, но требуют специальных проемов в фундаменте и каналов около фундаментов. Применяются они в основном для крепления электродвигателей.

Установка болтов в готовые фундаменты производится либо в специальные колодцы, предусмотренные в процессе сооружения фундамента, либо в отверстия, просверленные уже в готовом фундаменте.

Рамные фундаменты представляют собой конструкцию, состоящую из фундаментной плиты, стоек и опорной рамы, на которую устанавливается перекачивающий агрегат (рис. 3).

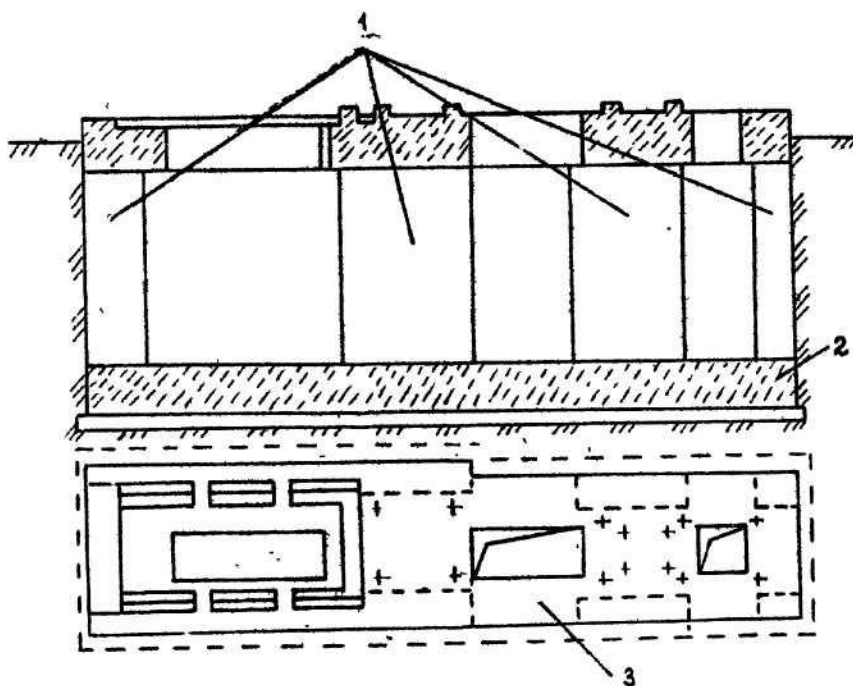


Рис. 3. Рамный фундамент; 1- стойки; 2- плита; 3- рама

Такие фундаменты применяются для ГПА с приводом ст ГТК-10, ГТ-6-750, устанавливаемых на плюсовых высотных отметках (до +4,6 м).

Учитывая большую трудоемкость изготовления таких фундаментов, в настоящее время их изготавливают из сборного железобетона. В этом случае установка и закрепление железобетонных стоек осуществляется в углублениях (колодцах) путем их замоноличивания. Сборная железобетонная рама устанавливается на стойки. В некоторых случаях опорная рама полностью исключается, а ГПА опирается на оголовки стоек. При этом получается разновидность рамного фундамента-столбчатый.

Применение свайных фундаментов под ГПА и насосные агрегаты позволяет почти полностью исключить земляные работы, сократить расход бетона, снизить трудоемкость и уменьшить сроки выполнения работ нулевого цикла.

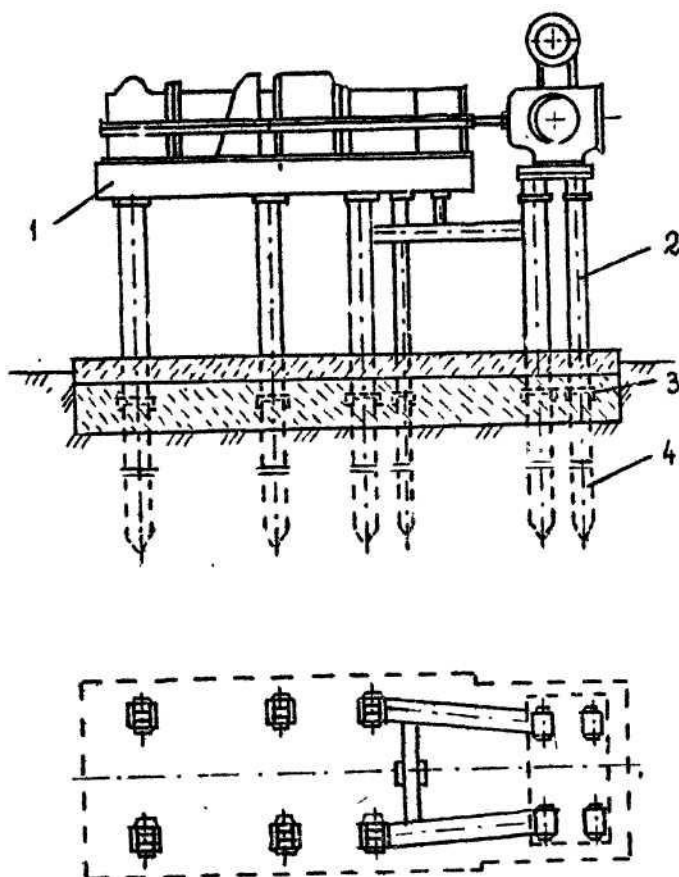
Свайный фундамент состоит из системы забивных или буронабивных свай.

В качестве забивных свай применяют железобетонные сваи или сваи из труб. На верхние концы забивных или буронабивных свай монтируют

специальные стальные оголовки на одинаковых высотных отметках. Для монтажа насосных агрегатов на оголовках свай устанавливают специальную раму из свального проката.

Более сложная конструкция свайного фундамента применяется для ГПА с приводом от стационарных газовых турбин ГТК-10, устанавливаемых на плюсовых отметках (до + 4,5 м) (рис. 4). В этом случае на головы свай одевают стальные соединительные оголовки, на которые устанавливают стойки из стальных труб диаметром 630 мм с толщиной стенки 12 мм. Под ГТУ устанавливают 6 стоек, а под центробежный нагнетатель - 4. На верхние концы труб - стоек монтируют специальные стальные оголовки с горизонтальными опорными площадками, на которые устанавливают раму ГПА.

Верхние концы забитых в грунт свай, нижние концы труб-стоек и соединительные оголовки дополнительно закрепляются с помощью монолитной железобетонной плиты толщиной 1,3 м.



4. Свайный фундамент: 1-стальная рама; 2- стойка; 3-оголовок; 4-свая

1.2.4. Расчет фундаментов под насосно-скловой агрегат (НСА)

Расчет фундаментов под ША (обычно массивных) заключается в следующем: определяют габаритные размеры фундамента и затем производят проверку его на статические и динамические нагрузки.

1.2.4.1. Определение размеров фундамента

Размеры фундамента в плане определяются габаритными размерами оборудования, либо принимаются согласно рекомендациям, приведенным в каталотах соответствующих насосов.

Высота фундамента определяется глубиной заделки фундаментных или анкерных болтов. Если их размеры не указаны в проекте или каталоге на соответствующее оборудование, то можно воспользоваться следующей расчетной зависимостью:

$$l_6 \cong \frac{R_a * d_a}{R_{пр}}, (2)$$

Где l_6 –глубина заделки болтов;

R_a – расчетное сопротивление болтов на растяжение.

Обычно рекомендуют $R_a = 140$ МПа;

d_a –диаметр анкерного болта;

$R_{пр}$ –величина прочности бетона, зависящая от марки бетона. Для легких бетонов $R_{пр}$ -15 МПа.

Для болтов с анкерными плитами часто принимают глубину заделки равной $15d_a$

Расстояние от нижних концов болтов до подошвы фундамента должно быть не менее 100 мм.

1.2.4.2. Расчет массивных фундаментов под оборудование на статическую нагрузку

Проверка фундамента выбранного размера производится на статическую нагрузку при центральном и внецентренном приложении нагрузки / 2 /:

а) центральное приложение нагрузки имеет место тогда, когда результирующая нагрузка от НСА и фундамента N_o проходит через центр тяжести подошвы фундамента А (рис. 5а).

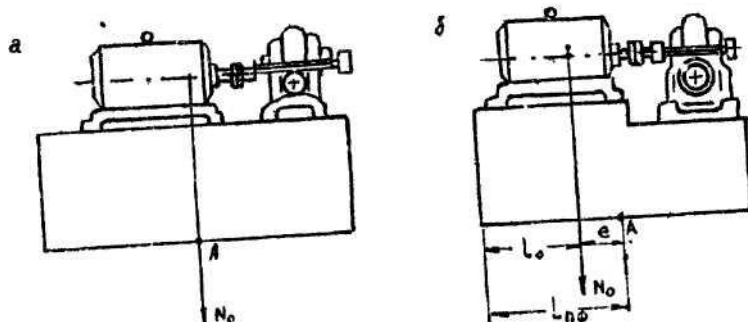


Рис. 5. Схемы приложения нагрузок:

а- при центральном приложении нагрузки; б - при внецентренном приложении нагрузки.

В этом случае среднее статическое давление на основание фундамента P_{cp} должно удовлетворять условию:

$$P_{cp} \leq m_0 * m_1 * R_{гр}, (3)$$

где m_0 – коэффициент условий работы, учитывающий характер динамических нагрузок и ответственность машин;

m_1 – коэффициент условий работы, грунтов основания, учитывающий возможность возникновения длительных деформаций при действии динамических нагрузок;

$R_{гр}$ – расчетное {допустимое} давление на грунт основания.

При центральном приложении нагрузки величина P_{cp} будет одинаковой в любой точке подошвы фундамента:

$$P_{cp} = \frac{N_{нса} + N_{\phi} + N_{г} + N_{p}}{F_{\phi}}, (4)$$

где $N_{\text{нса}}, N_{\text{ф}}, N_{\text{г}}, N_{\text{р}}$ –соответственно расчетный вес перекачивающего агрегата, фундамента, грунта (на выступах фундамента, если используется фундаментная плита) и рамы. При отсутствии плиты $N_{\text{р}}=0$;

$F_{\text{ф}}$ – площадь опирания фундамента на грунт.

Расчетное давление на грунт определяется по формуле

$$R_{\text{гр}} = \frac{m_2 * m_3}{K_{\text{н}}} * (A * b * \rho_{\text{гр}} + B * h_{\text{ф}} * \rho_{\text{гр}} + D * C_{\text{гр}} - \rho_{\text{гр}} * h_0), \quad (5)$$

где m_2 – коэффициент условий работы грунтов основания;

m_3 – коэффициент условий работы фундамента во взаимодействии с основанием, зависящий от вида грунта основания и отношения длины и высоты фундамента;

$K_{\text{н}}$ –коэффициент надежности, зависящий от метода определения расчетной характеристики грунта;

A, B, D - безразмерные коэффициенты, зависание от угла внутреннего трения грунта;

b - размер меньшей стороны подошвы фундамента;

$h_{\text{ф}}$ – глубина заложения фундамента (от уровня планировки грунта);

$\rho_{\text{гр}}$ –усредненная расчетная плотность грунта, залегающего ниже и выше подошвы фундамента соответственно;

$C_{\text{гр}}$ – расчетное сцепление грунта;

h_0 –глубина подвала (при отсутствии подвала $h_0 \ll 0$).

б) внецентренное приложение нагрузки имеет место, когда вертикальная результирующая нагрузка N_0 давления на грунт будет неравномерной, в

результате чего возникает изгибающий момент. В этом случае величина давления на грунт определяется по формуле

$$P_{max} = \frac{N_0}{F_\phi} + \frac{M}{W}, P_{min} = \frac{N_0}{F_\phi} - \frac{M}{W}, \quad (6)$$

где M - изгибающий момент от нагрузки; W - момент сопротивления площади подошвы

$$N_0 = N_{эл} + N_\phi + N_n + N_p; M = N_0 * e, (7)$$

где $N_{эл}, N_n$ – вес электродвигателя и насоса соответственно;
 e - величина эксцентриситета между центром тяжести конструкции,

$$e = l_{пф} - l_0, \quad (8)$$

где $l_{пф}$ – расстояние от короткой стороны фундамента до центра тяжести его подошвы;

l_0 – расстояние от короткой стороны фундамента до центра тяжести всей конструкции.

Величина $l_{пф}$ при прямоугольной форме подошвы фундамента находится, как центр прямоугольника, т.е. $l_{пф} = \frac{l_\phi}{2}$

(l_ϕ – длина фундамента). При более сложной форме подошвы, если она составлена из нескольких прямоугольников, - путем построения веревочного треугольника / 4 /.

Величина l_0 находится из уравнения моментов составляющих конструкции относительно короткой стороны фундамента:

$$l_0 * N_0 = N_{эл} * l_{эл} + N_\phi * l_\phi + N_n * l_n + N_p * l_p, \quad (9)$$

где $l_p, l_\phi, l_n, l_{эл}$ -расстояние от короткой стороны фундамента до центров тяжести электродвигателя, насоса, рамы и фундамента соответственно.

1.2.4.3. Расчет массивных фундамента под оборудование на динамическую нагрузку

Динамические нагрузки, передаваемые от машин на фундамента, могут изменяться по различным законам и вызывать в фундаментах свободные или вынужденные колебания с различной амплитудой.

Вынужденные колебания возникают при непрерывном силовом возбуждении, передаваемом на фундамент, например, от машин о вращающимися деталями. К таким машинам относятся и перекачивающие агрегаты НС и КС.

Колебания фундамента передаются как на грунты основания, так и обратно на перекачивающие агрегаты. В первом случае колебания фундамента могут вызвать его дополнительную осадку, а во втором случае разбалансировку агрегата, его вращающихся частей.

Расчет воздействия вынужденных колебаний массивного фундамента на работающие перекачивающие агрегаты связан с ограничением максимальных амплитуд вынужденных колебаний фундамента какими-то предельно допустимыми величинами /2/.

$$A_p \leq A_D, \quad (10)$$

где A_p — расчетная максимальная амплитуда вынужденных колебаний фундамента; A_D — предельно допустимая амплитуда колебаний фундамента.

При работе перекачивающего агрегата в фундаменте возникают три вида колебаний: вертикальные (по оси Z), горизонтальные (по оси X) и вращательные (вокруг оси X). В общем случае для каждого из этих видов колебаний расчетным методом необходимо определить их максимальные

амплитуды, обозначаемые соответственно A_z , A_x и A_φ , после чего провести проверку выполнения условий:

$$A_z \leq A_D, A_x \leq A_D, A_\varphi \leq A_D, \quad (11)$$

При малой высоте фундамента вращательными колебаниями пренебрегают.

Определение максимальной амплитуды вынужденных горизонтальных и вертикальных колебаний производится следующим образом:

$$A_x = \frac{P_{xmax}}{k_x - m * \omega^2}; \quad A_z = \frac{P_{zmax}}{k_z - m * \omega^2}, \quad (12)$$

где P_{xmax}, P_{zmax} — максимальные возмущающие силы. Обычно $P_{xmax} = P_{zmax}$;

k_x, k_z — коэффициенты жесткости основания при упругом сдвиге и сжатии, соответственно;

m — масса фундамента и машины;

ω — угловая частота вращения машины.

$$P_{xmax} = \sum_{i=1}^n \mu * Q_i, \quad (13)$$

Где μ — коэффициент пропорциональности, зависящий от вида машин и числа оборотов;

Q_i — вес каждого ротора машины.

$$k_x = C_x * F_\phi; \quad k_z = C_z * F_\phi \quad (14)$$

где C_z, C_x — коэффициенты равномерного упругого сдвига и сжатия, соответственно.

$$C_x = 0,7 C_z; \quad C_z = b_0 * E_{гр} * \left(1 + \sqrt{\frac{F_0}{F_\phi}}\right), \quad (15)$$

где b_0 — коэффициент, зависящий от вида грунта, $\frac{1}{M}$;

$E_{гр}$ — модуль деформации грунта;

F_0 — постоянная величина. Обычно принимают $F_0 = 10M^2$

$$\omega = 0,104 * n_{об},$$

где $n_{об}$, - число оборотов машины в минуту.

1.2.5. Фундаменты под технологическое оборудование

К технологическому оборудованию Нс и КС относятся различные емкости, располагаемые в зданиях насосных и компрессорных цехов; фильтры, трубопроводы, теплообменные аппараты и т.д. Для такого оборудования используют фундаменты более простых конструкций, чем под основное оборудование: плитные и свайные различных видов. / 2 /.

Плитные фундаменты представляют собой железобетонные плиты различных размеров, укладываемые на песчаное основание (рис. б,а).

Свайные фундаменты могут быть ростверковые (рис.б,б) и безростверковые, в которых рама оборудования или плиты эстакады опираются на специальные оголовки, безростверковые фундаменты могут быть с железобетонным оголовком, со стальным оголовком и подвижным или неподвижным стаканом.

Безростверковые фундаменты с железобетонным оголовком представляют собой конструкцию, в которой оголовок имеет внутреннюю полость в виде усеченной пирамиды и до замоноличивания

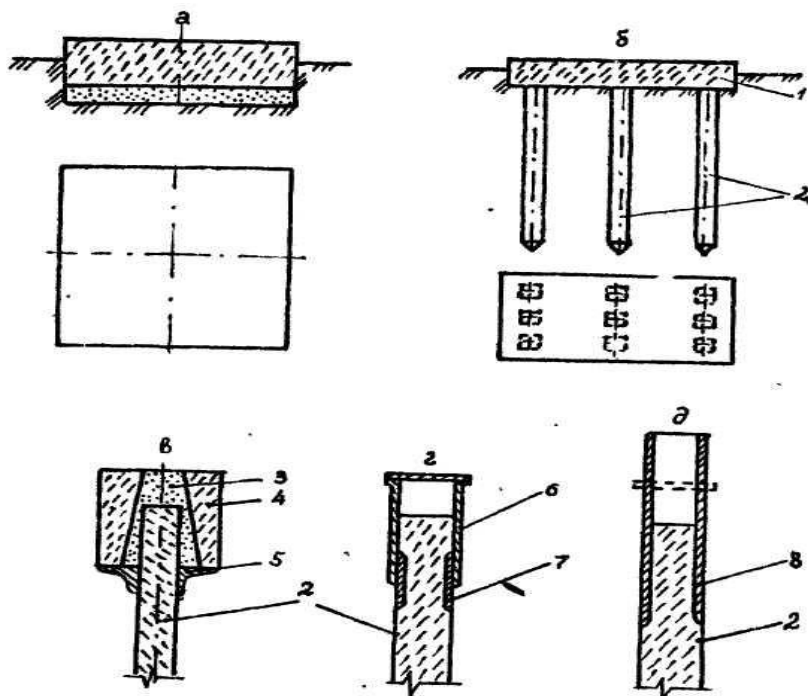


Рис. б. фундаменты под технологическое оборудование НС и КС:

а-сплошной плитный; б- свайный с ростверком; в- свайный безростверковый с оголовком из железобетона; г- то же со стальным оголовком и подвижным стаканом; д - то же, со стальным оголовком и неподвижным стаканом.

1 - ростверк; 2- свая; 3-бетонная смесь; 4-оголовок; 5- уголок; 6-подвижный стакан; 7-закладная лоталь; 8- неподвижный стакан.

со свай опирается на фиксирующую рамку из стальных уголков. Внутреннее пространство оголовка заполняют мелкозернистой бетонной смесью.

Стальные подвижные оголовки-стаканы закрепляют на железобетонных сваях путем сварки с закладной стальной деталью. При этом оголовок-стакан устанавливают на нужную высотную отметку после забивки сваи путем перемещения вдоль оси стакана с последующим закреплением сваркой на закладной детали.

Неподвижный стакан монтируют на голове сваи при ее изготовлении. Оголовок-стакан на нужную высотную отметку устанавливают путем обрезки стакана и прчгарки опорной крышки.

1.3. Монтаж основного оборудования

Монтажные работы относятся к сборочным. Они заключаются в соединении в заданном порядке поставляемых заводами-изготовителями отдельных узлов, деталей или <5лож>з, а так же в выполнении вспомогательных работ, обеспечивающих сборочные работы.

До начала монтажа перекачивающих агрегатов должны быть закончены общестроительные работы, обеспечивающие необходимый фронт ведения монтажных работ. В частности, работы нулевого цикла, обустройство внеплощадочных и внутриплощадочных дорог.

Для ведения монтажных работ монтажные организации должны иметь комплект технической документации, в состав которой входят:

- паспорта перекачивающих агрегатов и технологического оборудования;

- комплектовочные ведомости;

- эксплуатационные и монтажные инструкции заводов-изготовителей перекачивающих агрегатов;

- чертежи фундаментов под перекачивающие агрегаты;

- узловые чертежи перекачивающих агрегатов и технологического оборудования;

принципиальные схемы вспомогательных систем агрегатов (топливной, смазки, охлаждения) и.т.д.

ГОУ ВПО

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ.

Кафедра ТХНГ

Научная работа
за второй курс

Выполнил: Деникеев Э.У.

Проверил: Фазлетдинов Р.А.

Уфа 2007

Все монтажные работы можно разделить на три группы: подготовительные, основные и пусконаладочные.

1.3.1. Подготовительные работы при монтаже оборудования

В состав подготовительных работ входят следующие:

- 1) погрузо-разгрузочные работы при транспортировке оборудования от пункта разгрузки до строительной площадки;
- 2) распаковка ящиков с оборудованием, его сортировка, очистка поверхностей металлоконструкций и оборудования от ржавчины, их окраска, очистка от смазки после консервации;

- 3) слесарные работы (копировка поверхностей, шабровка, правка металла заготовок, разметка заготовок для изготовления деталей, сверление отверстий, резка металлических листов,, уголков, швеллеров для изготовления нестандартного оборудования, контроль затяжки резьбовых соединений и т.д.)
- 4) уточнение проекта производства работ и технологических карт;
- 5) монтаж и испытания мостового крана в основных цехах НС и КС, кран-балки в галерее магнетателей. .

Особое место в период подготовки монтажных работ занимают приемка и подготовка фундаментов под монтаж.

Приемку фундаментов начинают с их внешнего осмотра и обмера, обращая внимание на отсутствие трещин, отколов и других дефектов в теле фундамента, ростверка или стоек.

Далее проверяют:

- правильность нанесения на фундамент разбивочных осей;
- наличие репера и величину его высотной отметки;
- наличие закладных деталей (если они должны быть);
- правильность расположения и размеры колодцев под фундаментные болты;
- величину отклонения от вертикали забетонированных фундаментных болтов по всей высоте выступающей части (отклонение не должно превышать 1,5 мм).

После окончания приемки монтажной организацией фундаментов составляют акт готовности, который подписывается представителями заказчика, генподрядчика (строительной организации) и субподрядчиком (монтажной организацией).

При обнаружении каких-либо дефектов в принимаемых фундаментах монтажная организация не имеет право самостоятельно вести работы по их исправлению. Работы по исправлению фундаментов выполняет только строительная организация.

1.3.2. Общие приемы монтажа основного оборудования НС и КС.

При монтаже основного оборудования на НС и КС, несмотря на конструктивные отличия и особенности эксплуатации его, существует ряд общих приемов, которые рассматриваются ниже.

Подготовка фундамента для монтажа оборудования

Основным требованием при монтаже основного оборудования является наличие на верхнем срезе фундамента строго горизонтальной опорной поверхности. Однако выполнить это требование при сооружении фундамента практически невозможно. Поэтому при возведении фундамента его опорную поверхность не доводят до проектной отметки на 50-80 мм, а затем на ней подготавливают строго горизонтальные опорные площадки размером 200х200мм, на которые укладывают опорные пластины. Высотные отметки этих площадок могут быть различными, поэтому для установки оборудования (или фундаментных рам под него) используют различные приспособления, устанавливаемые на опорные площадки.

Применяют следующие способы описания перекачивающих агрегатов на опорные площадки массивных, рамных или ростверковых свайных фундаментов (рис 7):

на плоско-параллельных подкладках;

на парных монтажных клиновых подкладках;

на установочных болтах, на стальных подкладках, опирающихся на бетонные подушки.

Подкладки укладывают по обе стороны фундаментных болтов, как можно ближе к их оси, во избежание возникновения в раме повышенных нагибных напряжений.

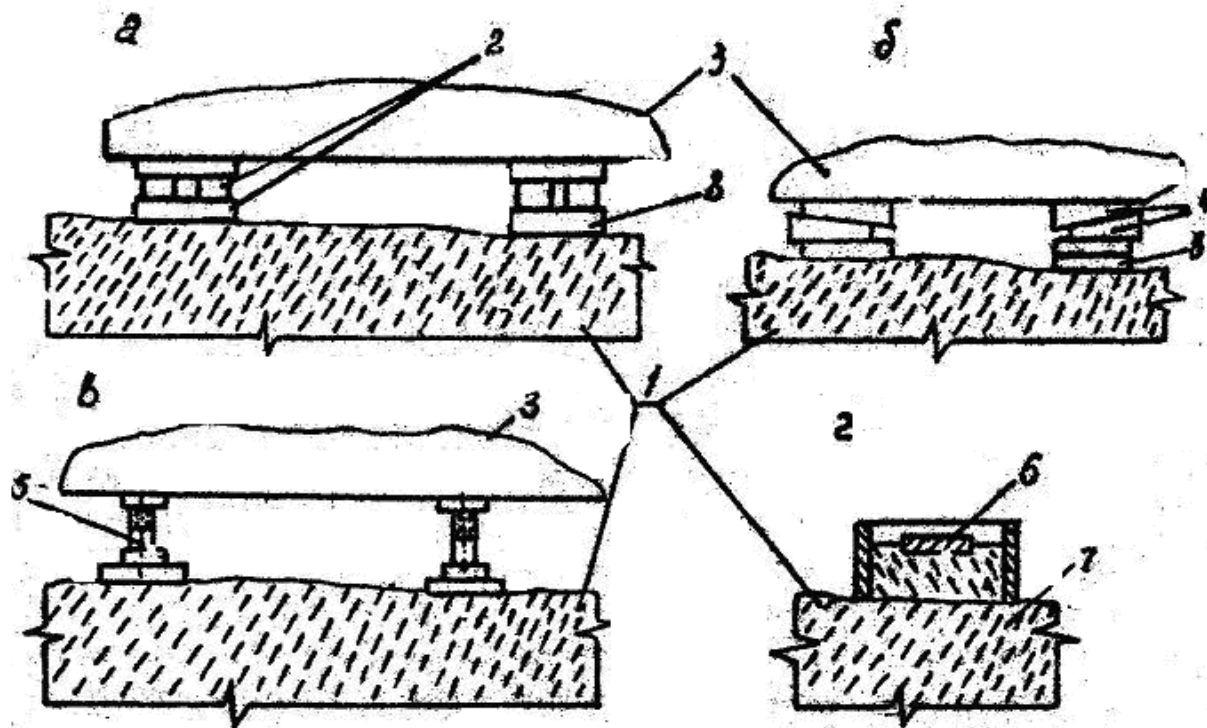


Рис. 7. Способы отпирания оборудования (рам) на фундамент:

а- на плоско-параллельных подкладках;

б- на парных монтажных клиновых подкладках;

в- на установочных болтах;

г- на стальных подкладках, опирающихся на бетонные подушки.

1- фундамент; 2-плоские подкладки; 3-опор-кая часть оборудования (рамы);

4-клиновые подкладки; 5- установочный болт; 6- стальная Подкладка; 7-

бетонная подушка; 8- опорные. пластины-

Набор плоских пластин состоит из нескольких пластин, но не более пяти штук в наборе.

Парные клиновые подкладки состоят из двух клинообразных пластин длиной 500 и шириной - 150 мм.

Толщина пластин на противоположных концах соответственно

5 и 20 мм (уклон $i = 0,03$). Клинообразные пластины складывают

. попарно по наклонам плоскостям, что дает возможность при их взаимном перемещении получать пластины с параллельными плоскостями толщиной от 25 мм и менее.

Установочные болты ввинчиваются в резьбовые гнезда опорных частей монтируемого оборудования рамы. Концы болтов опираются на оперные пластины, установленные на поверхности фундамента. Путем поочередного ввинчивания и вывинчивания установочных болтов добиваются точной установки оборудования (рамы) в горизонтальном положении. Число установочных болтов назначают в зависимости от их грузоподъемности, диаметра и массы опирающегося на них оборудования.

Монтаж оборудования на фундаменте /2/

Основные принципы монтажных технологических операций одинаковы для монтажа технологического оборудования различного по назначению. Монтажные технологические операции при монтаже насосных агрегатов выполняют в следующей последовательности:

подъем и установка на фундамент рамы насоса, выверка рамы и ее закрепление сваркой к закладным деталям фундамента;

установка фундаментных болтов;

бетонирование фундаментной рамы до проектной отметки;

подъем и установка на раму насоса и его выверка с применением монтажного крана и подкладок;

предварительная затяжка фундаментных болтов на насосе;

установка фундаментной рамы под электродвигатель на фундамент;

установка электродвигателя на фундаментную раму;

выверка электродвигателя и прицентровка его к насосу;

закрепление фундаментной рамы электродвигателя приваркой к закладным деталям фундамента с наружной стороны, снятие электродвигателя и закрепление фундаментной рамы приваркой к закладным деталям с внутренней стороны;

бетонирование фундаментной рамы под электродвигатель;

окончательная установка электродвигателя на фундаментную раму и его окончательная выверка и прицентровка к насосу; окончательная затяжка фундаментных болтов электродвигателя и насоса;

монтаж муфты, соединяющей валы электродвигателя и насоса.

Рассмотрим более подробно некоторые наиболее важные технологические операции монтажа блочных насосных агрегатов.

Выверка фундаментных рам - установка их в проектное положение на фундаменте. Ее выполняют в двух плоскостях; горизонтальной и вертикальной. Вывеска в горизонтальной плоскости

— точная установка блоков оборудования по продольным и поперечным осям фундамента. Выверка в вертикальной плоскости - точная установка оборудования в горизонтальной плоскости (проверка горизонтальности).

Выверку в горизонтальной плоскости выполняют следующим образом: над установленной на фундамент рамой или насосно-силовым агрегатом (НСА) на стойках из уголков по направлению продольной и поперечной осей натягивают тонкую стальную проволоку (струну), на концах которой нашивают отвесы (рис.8).

Вначале добиваются того, чтобы концы отвесов совпадали с осями фундамента, а затем, перемещая оборудование в горизонтальной плоскости, добиваются совпадения концов отвесов с образующими валов НСА.

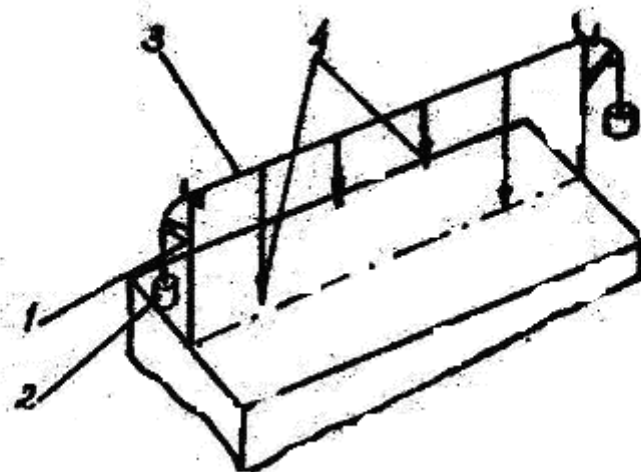


Рис. 8. Выверка насоса в горизонтальной плоскости с помощью струн:

1 - стойка; 2- груз для натяжения струны; 3- струна; 4- отвесы;

Выверку в вертикальной плоскости, выполняют для придания строго горизонтального положения устанавливаемому оборудованию. Для этого используют те же методы, что и при установке фундаментных рам на опорных площадках: подкладочный и бесподкладочный (с применением установочных болтов). Но в этом случае толщина подкладок не превышает 0,5 мм.

При выверке в вертикальной плоскости горизонтальность оборудования проверяют различными приборами;

при малых размерах оборудования - с помощью уровней: рамного, слесарного; при больших размерах оборудования - с помощью гидростатического уровня.

Монтаж полумуфт

Соединение валов двигателя и агрегата (насоса, компрессора) осуществляется с помощью различных муфт - жестких, эластичных или зубчатых посадкой проверяют посадочные места вала к полумуфтам и подгоняют шпонку по размерам шпоночной канавки в полумуфте I на валу.

Полумуфты насаживают на вал предварительно подогретыми (до 100%). Затем проверяют плотность их посадки при помощи щупа.

Правильность положения полумуфт на валу определяется путем измерения торцевого и радиального биений. Для этого на раму устанавливают два часовых индикатора один из которых касается полу в радиальном направлении, а другой с торцевой стороны (рис. 9), При вращении вала измеряют величину, торцевого и радиального биений и сравнивают их с допустимыми.

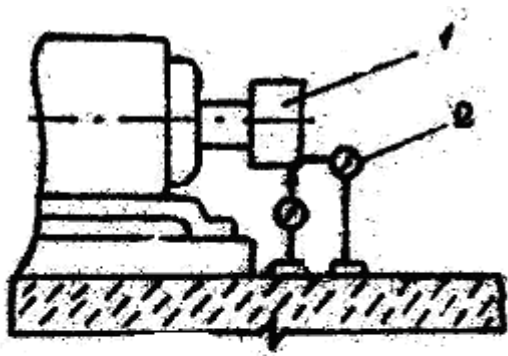


Рис. 9. Схема проверки правильности посадки полумуфт На вал: 1- полумуфта; 2-индикатор

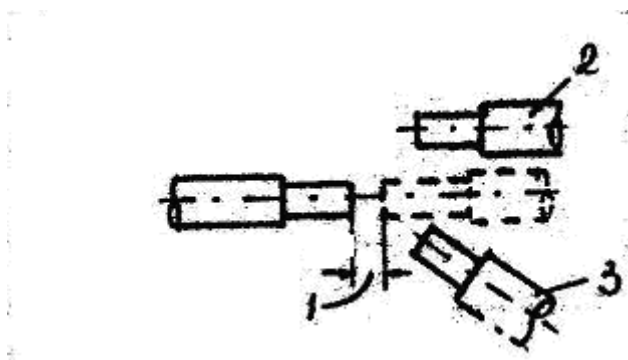


Рис. 10. Виды расцентровок валов агрегатов: 1- нормальный зазор; 2- поперечно-осевое смещение; 3- угловое смещение.

Применяют следующие способы центровки:

- 1) по полумуфтам при помощи радиально-осевых стрелок;
- 2) по полумуфтам при помощи двухрадиальных стрелок.

В первом случае радиально-осевые стрелки укрепляют на центрируемых полумуфтах, а на стрелках укрепляют индикаторы (рис. II) ;

Процесс центровки производится следующим образом: валы устанавливаются в исходное положение (например, стрелки с индикаторами находятся в верхнем положении), снимают показания индикаторов (радиальный зазор a и осевой- b). Затем оба вала поворачивают на 90-, 180 и

270° и каждый раз замеряют соответствующие зазоры. Результаты замеров заносят на специальную круговую диаграмму (рис. II).

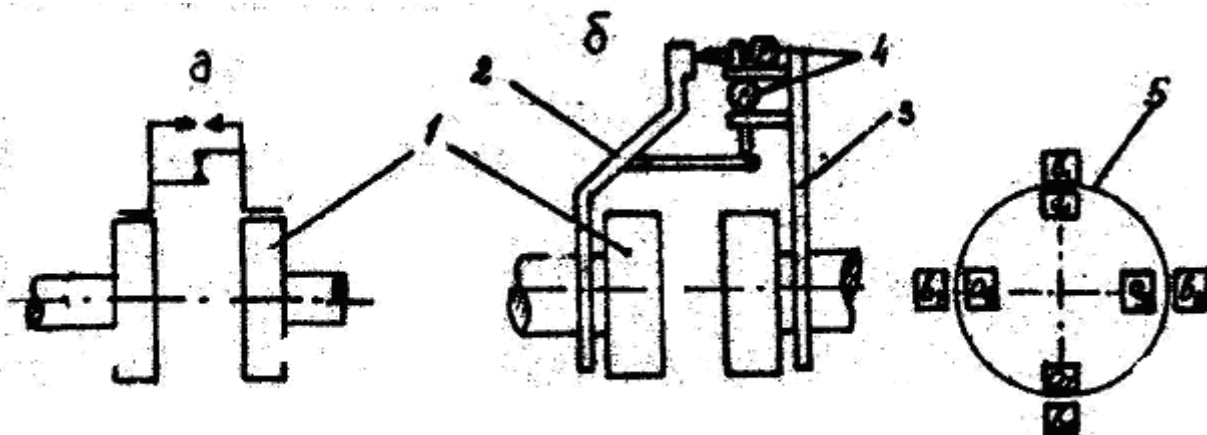


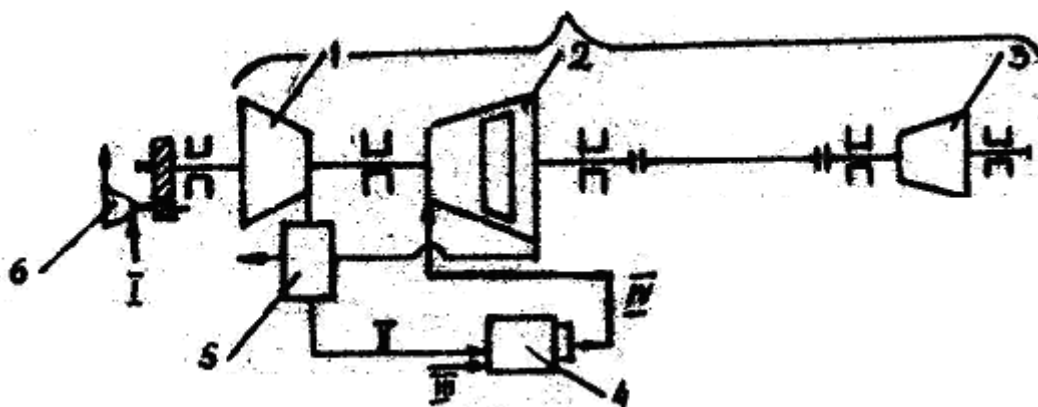
Рис. II. Центровка валов по радиально-осевым стрелкам:

а- схема центровки; б- схема крепления индикаторов. 1- полумуфты; 2,3- стойки хомутов; 4- медиатора для измерения осевого и радиального зазоров соответственно; 5- круговая диаграмма

1.3.3. Особенности монтажа газотурбинных установок (ГТУ) и нагнетателей /6/

Компрессорные станции производительностью более 8 млрд м³/ год обычно оборудуются центробежными нагнетателями с приводом от ГТУ и электродвигателей большой мощности. Основные узлы газоперекачивающего агрегата приведены на рис. 12.

Рис. 12. Схема газотурбинного агрегата



1-воздушный компрессор; 2-газовая турбина; 3-нагнетатель;

4- камера сгорания; 5-воздухоподогреватель; 6-пусковая турбина.

сгорания($t=700-800\text{ C}$, $P=1,5\text{МПа}$)

При блочной поставке оборудования весь объем работ подразделяется на три последовательно выполняемых периода:

подготовительный, основной и пусконаладочный.

Подготовительный период включает в себя проверку комплектности прибывшего оборудования, подготовку фундамент под монтаж и другие работы организационного характера. При подготовке фундамента проверяется соответствие их главных осей и отметок опорных поверхностей проектному положению. Затем обрабатывает места под постоянные подкладки фундамента. Из-за трудоемкости изготовления таких поверхностей целесообразно устраивать бетонные подушки с заделанной в них металлической подкладкой (рис.13).

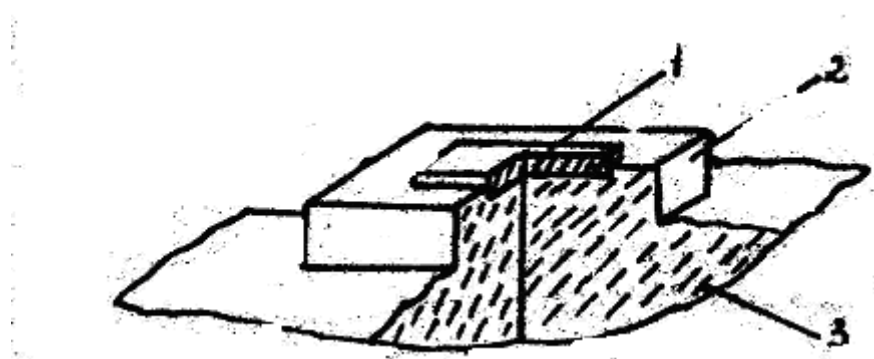


Рис. 13. Бетонная подушка с металлической подкладкой: 1- подкладка; 2- подушка; 3- фундамент

После выверки на горизонтальные подкладки устанавливает клиновые подкладки, на которые помещает блоки агрегата. Турбокомпрессорные агрегаты монтирует в следующем порядке: вначале устанавливает камеру сгорания, затем ГТУ. Последнее выверяет в горизонтальной и вертикальной плоскостях. После этого устанавливает и прицентровывает редуктор и, наконец, по редуктору устанавливает и прицентровывает центробежный нагнетатель.

Установку и ревизию вспомогательного оборудования совмещают с проведением основных монтажных работ.

При блочной поставке ГТУ монтаж турбоблока- наиболее сложная операция. Весь турбоблок с рамой затаскивают через монтажный проем в стене внутрь компрессорного Цеха (рис.14).

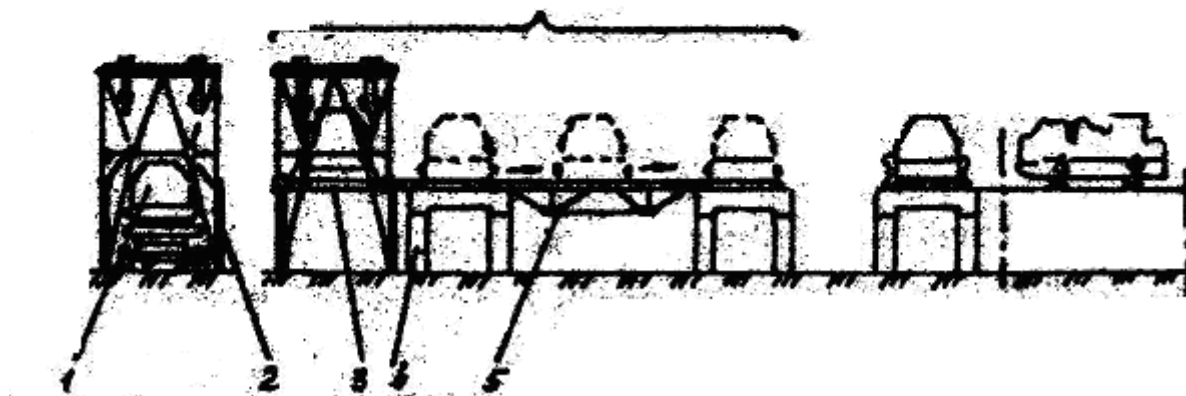


Рис. 14. Технология монтажа турбоблоков при помощи шахтного подъемника; 1- турбоблок; 2-шахтный подъемник; 3-балки (слеги); 4- фундамент под турбоблок; 5-шпренгельная балка.

Турбоблок наводят под клеть шахтного подъемника, который устанавливают у крайнего фундамента (I стадия). Затем при помощи двух (четырех) лебедок через систему полиспастов поднимают несколько выше фундамента, чтобы была возможность подвести под турбоблок две направляющие балки (слеги), одна концы которых опирается на ферму подъемника и скрепляются с ней болтами, а другие - на фундамент (стадия II) (рис. 14).

Турбоблок опускают на балки (слега), предварительно смазавшие солидолом, по ним с помощью лебедок надвигают на фундамент.

Для перемещения турбоблока на следующий фундамент применяют шпренгелевые балки, устанавливаемые между соседними фундаментами и опираемые на них.

При поставке турбоблока без роторов (с вынутыми роторами), монтаж его производят по узлам (рама, нижние половины

осевого компрессора и турбины верхнее половины и др.). В обоих случаях монтажа ГТУ устанавливают по осям при помощи струны, натягиваемой поверх агрегатов по центровым отмоткам фундамента.

Выверку в вертикальной плоскости, как и при монтаже НСА, производят при помощи гидростатического уровня металлических клиньев, устанавливаемых на металлические подкладки бетонных подушек.

Дымовые трубы ГТУ монтируют на специальных постаментов, представляющих собой рамную металлоконструкцию. Постаменты собирают вместе с рамами под дымовые трубы на монтажной площадке к предварительно заготовленным конструкциям и монтируют с помощью крана.

Каждую дымовую трубу перед монтажом собирают на сборочной площадке из четырех секций. Дымовые трубы можно монтировать двумя методами / б / Г) при помощи двух трубоукладчиков с удлиненными стрелами (рис. 15).

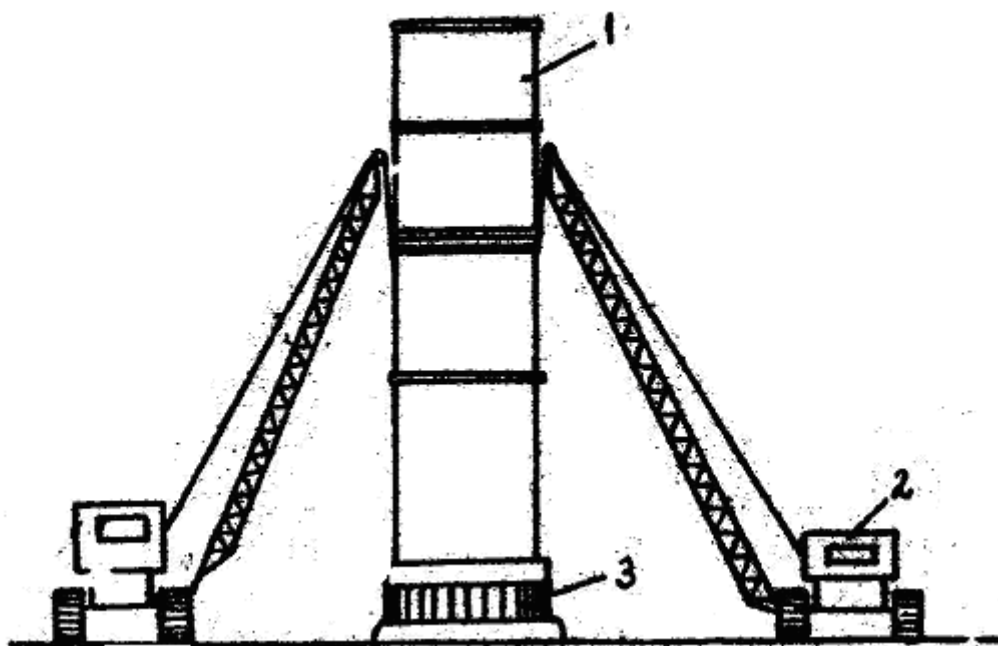


Рис. 15. Подъем дымовой трубы; 1- дымовая труба; 2- трубоукладчик; 3- постамент.

В этой случае предварительно планируют подъезды к постаментам и освобождают площадки между ними для въезда трубоукладчиков. Дымовую трубу; перед подъемом устанавливают в вертикальное положение рядом с

постаментом, затем строят выше центра тяжести на 1 м с помощью тросов-удавок. К нижней и верхней частям трубы прикрепляют расчалки, концы которых фиксируются к двум тракторам (расчалками предотвращают опрокидывание трубы яри подъеме). После этого трубу равномерно поднимают двумя трубоукладчиками до высоты, превышающей высоту постаментов на 10 см. Затем трубоукладчики одновременно начинают двигаться к постаменту, а тракторы при помощи расчалок удерживают трубу в вертикальном положении. При достижении проектного положения дымовую трубу опускают на раму, скрепляют монтажными болтами и приваривают электросваркой;

2) при помощи крана. В этом случае строповку осуществляют стропом и петель-удавкой на расстоянии 8 м от верха трубы. На расстоянии 1 м от верха трубы крепят первую расчалку, а вторую на расстоянии 1,5 м от основания трубы. Дымовую трубу с помощью двух трубоукладчиков подвозят к месту монтажа и укладывают на расстоянии 3,5 м от постаментов в горизонтальном положении. Для фиксации вертикального положения дымовой трубы во время подъема используют два трактора, к которым подсоединяют расчалки. После установки дымовых труб монтируют постаменты под регенераторы и воздухозаборные камеры.

. Затем приступают к монтажу обвязки ГТУ, всасывающего воздуховода и системы топливного и пускового газа.

1.4. Монтаж технологических трубопроводов

На каждой НС и КС приходится прокладывать большое количество технологических и обвязочных трубопроводов, общая длина которых достигает 10 км и более.

К технологическим относятся все трубопроводы, по которым транспортируются сырье, пар, вода, топливо. На НС - это газопроводы, связывающие компрессорный цех с магистральным газопроводом и отдельные компрессорные агрегаты между собой, межцеховые газопроводы,

а также водопроводы системы охлаждения и маслопроводы системы смазки агрегатов.

На НС к технологическим трубопроводам относятся трубопроводы, соединяющие резервуарный парк, площадку фильтров и насосную между собой и с магистральным трубопроводом, обвязку насосов, водопроводы системы охлаждения, маслопроводы системы смазки, тепловые сети.

Технологические трубопроводы монтируют двумя способами: по месту и укрупненными узлами и блоками, Монтаж по месту заключается в том, что трубопровод собирают и сваривают на месте укладки без применения поворотной сварки.

Монтаж укрупненными узлами и блоками заключается в заготовке узлов и блоков трубопроводов на специальных монтажных площадках и сборке их на месте. При этом появляется возможность механизировать работы, применять автоматическую сварку, повысить производительность труда и качество выполняемых работ.

При монтаже трубопроводов используются различные элементы, называемые фасонными частями. Они служат для изменения направления потока, разделения потока или изменения сечения трубопровода, /в/.

Изменение направления потока осуществляется с помощью отводов, изменяющих направление под различными углами (обычно 45^0 , 60 , 90^0). Но способу изготовления и конструкции отводы бывают:

бесшовные крутоизогнутые (на P_y до 10 МПа для Ду 40... ..600 мм), радиус изгиба $1...1.5$ Ду без прямолинейных участков на концах;

гнутые (на P_y до 10,0 МПа для Ду 10... 1000 мм), радиус изгиба $2,5... 3$ Ду с прямолинейными участками на концах;

сварные (секционные) на P до 6,3 МПа для труб D^{\wedge} 150-1400 мм; изготавливают их путем вырезки отдельных секций и их последующей сборки и сварки;

штампосварные изготавливают для труб Ду 600... 1400мм из листовой стали путем штамповки полуотводов с последующей сборкой и сваркой: двух продольных швов.

Перечисленные отводы изображены на рис. 16.

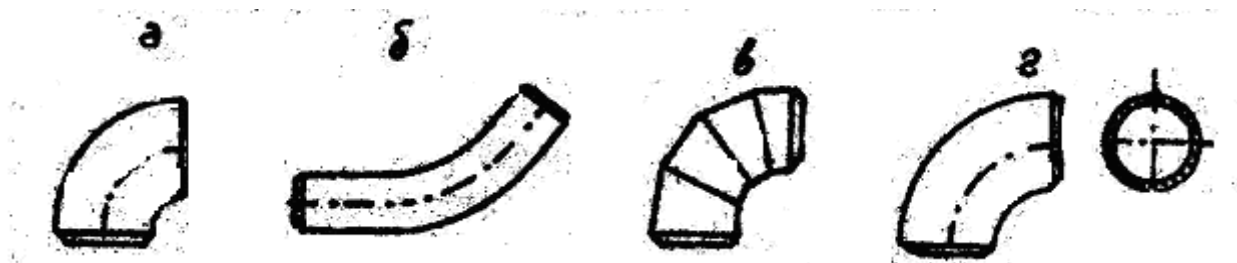
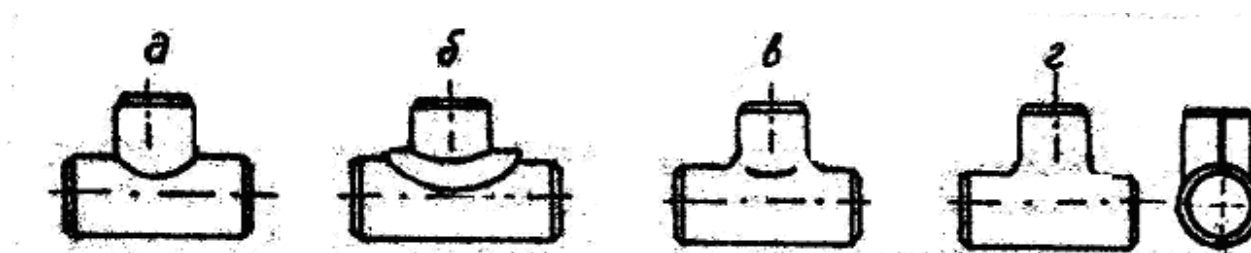


Рис. 16. Отводы: а- бесшовные крутоизогнутые; б- гнутые; в-сварные; г- штампованные.

Изменение направления потока осуществляется с помощью тройников различных видов. По конструкции они бывают равнопроходные - для уменьшения диаметра ответвления к переходным с уменьшением диаметра ответвления. По способу изготовления- сварные (на Р, до 2,6 МПа), получаемые путем врезки без укрепляющих элементов; сварные, (на Р до 4 МПа), получаемые путем врезки с накладным воротником; бесшовные штампованные (на Р_у до 10 МПа) и штампованные, изготавливаемые штамповкой на листовой стали с последующей сваркой продольного шва. Перечисленные виды, тройников изображены на рис. 17.



..... Рис. 17. Тройники равнопроходные: а- сварной; б- сварной с накладным воротником; в- штампованный; г- штампованный.

изменение сечения потока осуществляется с помощью переходников. По конструкции они разделяются на концентрические и эксцентрические. По способу изготовления различают беспереходные сварные (рис. 16).



Рис. 18. Переходы: а- концентрический бесшовный; б- эксцентрический штамповварной

Монтаж технологических и обвязочных трубопроводов НС и НС практически не отличается. Однако при монтаже трубопроводов на НС следует выполнять ряд требований, учитывающих свойства перекачиваемого продукта:

всасывающий и нагнетательный трубопровод должны иметь собственные опоры, исключаящие передачу усилий на патрубки насоса;

всасывающий трубопровод не должен иметь изгибов, приводящих к образованию воздушных пробок;

на напорном трубопроводе должен быть установлен обратный клапан.

1.5. Пусконаладочные работы / 7 /

Целью пусконаладочных работ является проверка надежности смонтированного оборудования и вывод его на рабочий режим

Пусконаладочные работы содержат следующие этапы: предпусковой, пусковое опробование и комплексное опробование.

Предпусковые работы включают:

проверку завершенности всех строительных и монтажных работ;

проверку готовности основного и аварийного освещения;

проверку наличия всех контрольно-измерительных приборов;

проверку готовности связи;

проверку готовности средств противопожарной безопасности;

проверку соответствия основных трубопроводов и трубопроводов вспомогательных систем схемам, в чертежах.

На этом этапе, на НС производят ревизию всего основного и вспомогательного оборудования (насосов, задвижек, клапанов и т.д.).

На НС проводят продувку турбин, воздушных компрессоров и нагнетателей.

Поузловое опробование на НС проводится с целью проверки готовности основного оборудования и вспомогательных систем к сдаче в эксплуатацию. Проверка проводится отдельно по каждой системе и виду основного оборудования и включает:

по системе смазки - продувку труб воздухом ($P=0,8-1,0$ МПа); промывку системы маслом ($t = 35-40\%$) при наличии сеток перед подшипниками, редукторами и т.д.; опробование работы системы в течение 6 часов ;

по системе водоснабжения и охлаждения - промывку водой в течение 2 часов и испытание под давлением 1,5 МПа в течение 15 минут;

по насосно-силовому агрегату - обкатку электродвигателя при разъединенных муфтах с целью проверки направления вращения, величины вибрации и величины температуры подшипников; заполнение трубопровода продуктом (выпуск воздуха); перекачку продукта по замкнутой схеме; повторную центровку и испытание под нагрузкой (работа на закрытую задвижку) в течение 8- --72 часов.

Поузловое опробование на НС включает: ' по системе смазки - проверку работы масляных насосов (пускового и резервного); проверку работы винтовых насосов системы уплотнения; перекачку масла с целью промывки маслосистемы по специальной схеме с удалением золотников и дросселей в системе регулирования и обводкой вкладышей подшипников (температура масла 60-70%); по окончании прокачки масло полностью сливают из системы и производят чистку маслобака, картеров подшипников и фильтров; устанавливают снятые детали и опробывают работу системы.

Комплексное опробование НСА ведут в течение 72 часов.

Комплексное опробование ГТУ включает:

краткосрочное испытание на холостом ходу, в течение которого производится проверка действия, системы регулирования, защиты, качество монтажа агрегата, турбодетандера, запального устройства в камере сгорания; продувку обвязочного газопровода и нагнетателя газом с выпуском его в атмосферу;

проведение испытания агрегата при 50% и 100% нагрузке в течение 72 часов.

Список использованной литературы

1. Березин В.Д. и др. Сооружение и ремонт газонефтепроводов.-М.: Недра, 2015- . 352с.
2. Березин В.Л. и др. Сооружение насосных и компрессорных станций.- М: Недра, 1985- 228с.
3. Гитман Ф.М. Проектирование фундаментов машин и конструкций с динамическими нагрузками.- Киев: Будивельник, 1980. - 138с/
4. Справочник машиностроителя/ 5.1. Под редакцией Ачерка-на Н.С. - М: Машгиз, 1955- 567С-.
5. Тавастшерна Р.И. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов.- М. Высшая школа, 1990- 256С.
6. Алиев Р.А. и др. Сооружение и ремонт газонефтепроводов, газохранилищ и нефтебаз.- М: Недра, 1987-...- 271 С.
7. Березин В.Л. и др. Строительство и монтаж насосных и компрессорных станций.- М: Недра, 1974- 272С.

