

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ
И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра тракторов, автомобилей и машин
для природообустройства

О. В. Понталев, А. В. Гордеенко

ТЕПЛОТЕХНИКА

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА РАБОТЫ КОМПРЕССОРА СБ4/С-50.LB30А

*Методические указания по выполнению лабораторной работы
для студентов, обучающихся по специальностям
1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов
сельскохозяйственного производства, 1-74 06 04 Техническое
обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ*

Горки
БГСХА
2021

УДК 697.94:621.1(072)

*Рекомендовано методической комиссией
факультета механизации сельского хозяйства.
Протокол № 1 от 28 сентября 2020 г.*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *О. В. Понталев*;
кандидат технических наук, доцент *А. В. Гордеенко*

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *С. И. Козлов*

Теплотехника. Изучение устройства и принципа работы компрессора СБ4/С-50.LB30А : методические указания по выполнению лабораторной работы / О. В. Понталев, А. В. Гордеенко. – Горки : БГСХА, 2021. – 16 с.

Приведены общие сведения о компрессорных установках, об устройстве и принципе работы компрессора СБ4/С-50.LB30А, методика выполнения лабораторной работы и содержание отчета.

Для студентов, обучающихся по специальностям 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2021

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПРЕССОРАХ

Компрессорами называют газодувные машины для перемещения воздуха и газа. Они потребляют энергию от привода (например, электродвигателя) и сообщают ее рабочему веществу – воздуху или другому газу.

Классификация компрессоров по конструкции:

1. Компрессоры объемного действия.

Рабочие органы этого класса компрессоров засасывают определенный объем рабочего вещества, сжимают его благодаря уменьшению замкнутого объема и затем перемещают (нагнетают) в камеру нагнетания. Это машины дискретного действия, рабочие процессы в которых совершаются строго последовательно, повторяясь циклически.

2. Компрессоры динамического действия.

В данных машинах рабочее вещество непрерывно перемещается («течет») через проточную часть компрессора, при этом кинетическая энергия потока преобразуется в потенциальную. Плотность в потоке рабочего вещества постепенно повышается от входа в машину к выходу. Они являются машинами непрерывного действия.

По конструктивному признаку основных рабочих деталей компрессоры делятся на следующие типы:

1. Объемные компрессоры поршневого, винтового или пластинчатого типа.

2. Компрессоры динамического действия, являющиеся лопаточными компрессорными машинами (центробежными или осевыми).

1.1. Объемные компрессоры

1.1.1. Объемные компрессоры поршневого типа

Поршневой компрессор – объемная машина, у которой всасывание, сжатие и вытеснение газа производятся поршнем, перемещающимся в цилиндре.

На рис. 1 представлена схема поршневого компрессора простого действия. В цилиндре 1 расположен поршень 2, который под действием кривошипного механизма совершает возвратно-поступательное движение. На крышке 12 цилиндра расположены всасывающий 7 и нагнетательный 10 клапаны, которые составляют механизм распределения, регулирующий поступление газа в цилиндр и подачу его из цилиндра в нагнетательный трубопровод.

При движении поршня вниз давление между цилиндром и поршнем становится меньше, чем давление во всасывающем патрубке, открывается всасывающий клапан и газ попадает в цилиндр. При достижении поршнем крайнего нижнего положения давление в цилиндре и всасывающем трубопроводе практически выравнивается. Клапан под действием пружины прижимается к седлу и перекрывает отверстие, соединяющее полость цилиндра с всасывающим трубопроводом. В течение периода всасывания отверстие нагнетательного клапана закрыто.

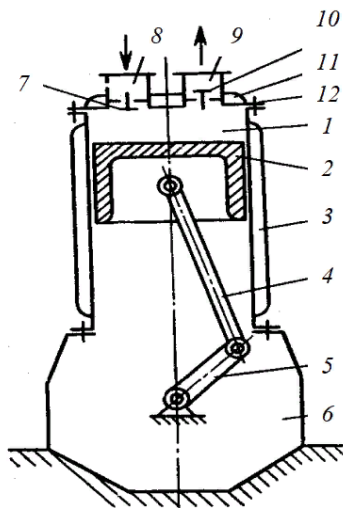


Рис. 1. Схема вертикального одноступенчатого компрессора простого действия:

- 1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – водяная рубашка для охлаждения цилиндра; 4 – шатун;
- 5 – кривошип коленчатого вала; 6 – станина-картер;
- 7 – всасывающий клапан; 8 – всасывающий патрубок;
- 9 – нагнетательный патрубок; 10 – нагнетательный клапан; 11 – водяная рубашка для охлаждения крышки цилиндра; 12 – крышка цилиндра

При движении поршня вверх происходит сжатие газа, находящегося в цилиндре. Когда давление газа в цилиндре превысит давление газа в нагнетательном трубопроводе, нагнетательный клапан открывается и газ «выталкивается» из цилиндра. При достижении поршнем крайнего верхнего положения процесс «выталкивания» заканчивается и нагне-

тательный клапан закрывается. Далее процесс всасывания и нагнетания повторяется.

Процессы всасывания и нагнетания совершаются за один оборот коленчатого вала, составляют полный цикл работы компрессора.

Недостатком рассмотренного компрессора является то, что полезная работа совершается только при движении поршня в одном направлении.

Более экономичной и производительной является конструкция компрессоров двойного действия (рис. 2).

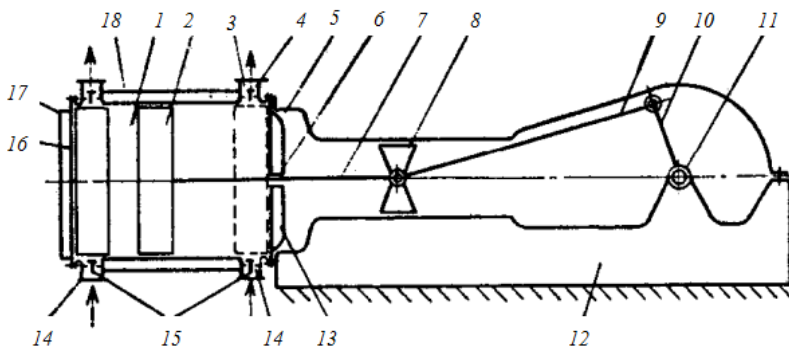


Рис. 2. Схема горизонтального одноступенчатого компрессора двойного действия:
1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – нагнетательный патрубок; 4 – нагнетательный клапан;
5 – задняя крышка цилиндра; 6 – сальник; 7 – шток; 8 – ползун; 9 – шатун;
10 – кривошип коленчатого вала; 11 – коленчатый вал; 12 – станина;
13, 17 и 18 – рубашки для охлаждения задней и передней крышек цилиндра;
14 – всасывающий патрубок; 15 – всасывающие клапаны;
16 – передняя крышка цилиндра

Принцип работы компрессора двойного действия сходен с принципом работы одноцилиндрового компрессора, но при этом есть свои особенности.

При движении поршня вправо в левой части цилиндра создается разрежение. Газ через левый всасывающий клапан 15 поступает в цилиндр. В правой части цилиндра происходит сжатие газа, вошедшего в рабочее пространство в предыдущем цикле, и выталкивание его через правый нагнетательный клапан 4 в нагнетательный трубопровод. При движении поршня влево всасывание осуществляется через правый всасывающий клапан, а выталкивание сжатого газа – через левый нагнетательный клапан. В данном случае обе стороны являются рабочими.

Компрессоры простого и двойного действия могут иметь один или несколько цилиндров.

Компрессор, который имеет несколько цилиндров, работающих параллельно и выталкивающих сжатый газ в один и тот же нагнетательный коллектор, называется *многоцилиндровым одноступенчатым компрессором*.

Если в компрессоре несколько цилиндров работают последовательно, т. е. сжатый воздух из одного цилиндра поступает для дальнейшего сжатия в следующий, то такой компрессор называется *многоступенчатым*. Если же в каждой рабочей полости компрессора давление повышается (от давления во всасывающей полости до давления в нагнетательном трубопроводе), то независимо от числа цилиндров и рабочих полостей такой компрессор является *одноступенчатым*.

1.1.2. Объемные компрессоры спирального типа

Спиральные компрессоры относятся к одновальным машинам объемного принципа действия (рис. 3).

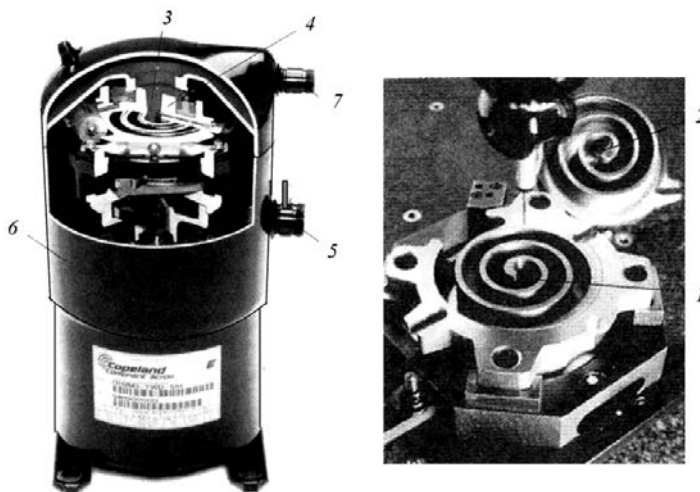


Рис. 3. Схема спирального компрессора:
1 – неподвижная спираль; 2 – вращающаяся спираль;
3 – центральное выходное отверстие; 4 – верхняя крышка;
5 – входное отверстие; 6 – электродвигатель; 7 – выпускное отверстие

Идея такой машины известна более ста лет, но реализовать ее и довести до промышленного производства и широкого применения удалось только в 80-е гг. XX в.

Причина заключалась в том, что не было достаточно точного оборудования для изготовления такой формы деталей, как спирали.

В настоящее время их в основном используют в бытовых и транспортных кондиционерах, тепловых насосах, холодильных машинах малой и средней холодопроизводительности до 50 кВт.

В спиральном компрессоре пары хладагента поступают через входное отверстие 5 в цилиндрической части корпуса, охлаждают электродвигатель 6, затем сжимаются между спиралями 1 и 2 и выходят через выпускное отверстие 7 в верхней части корпуса компрессора.

Рабочий орган компрессора образуют две спирали: подвижная (ПСП) 2 и неподвижная (НСП) 1. Неподвижность спирали НСП обеспечивается креплением ее на неподвижной платформе. Платформа приблизительно в центре имеет сквозное нагнетающее отверстие 3 для выхода сжатого газа. Оно расположено рядом с носиком неподвижной спирали.

Стальные спирали 1 и 2 вставлены одна в другую, с эксцентриситетом имеют особый профиль (эвольвента), позволяющий перекачивать без проскальзывания. Подвижная спираль компрессора установлена на эксцентрике и перекачивается по внутренней поверхности неподвижной спирали.

При работе компрессора между стенками спиралей образуются полости, в том числе и замкнутые серповидные ячейки. При перемещении подвижной спирали по замкнутой орбите (без поворота вокруг своей оси) образованные спиралями серповидные ячейки перемещаются по направлению к центру спиралей, уменьшаясь в объеме. На периферии спиралей в определенном положении ПСП образуется открытая полость, которая при дальнейшем перемещении подвижной спирали перекрывается, и осуществляется прогонка локализованного объема газа к центру спиралей с уменьшением его объема. Пары хладагента сжимаются и выталкиваются в центральное отверстие 3 в крышке компрессора.

1.1.3. Объемные компрессоры роторного типа

Роторные компрессоры, действующие по принципу передачи энергии сжимаемому газу, относятся к классу объемных компрессоров. В них, как и у поршневых компрессоров, сжатие газа происходит в

замкнутом пространстве при уменьшении его объема. В отличие от поршневых у роторных компрессоров нет поршня, совершающего возвратно-поступательное движение.

К роторным компрессорам относятся пластинчатые, винтовые, жидкостно-кольцевые.

Пластинчатый компрессор. На рис. 4 приведена конструкция ротационного пластинчатого компрессора. Он состоит из цилиндрического корпуса 1, закрытого торцевыми крышками, с размещенным в нем эксцентрично ротором 2. В пазы ротора вставлены подвижные пластины 3. Корпус имеет всасывающий 7 и нагнетательный 5 патрубки. В корпусе выполнена рубашка 4 для охлаждения компрессора, а также установлен обратный клапан 6.

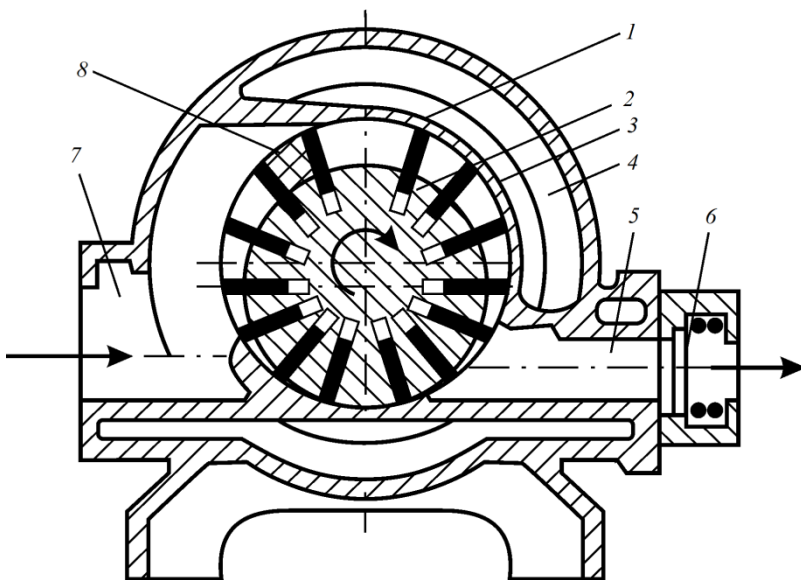


Рис. 4. Ротационный пластинчатый компрессор:
1 – корпус; 2 – ротор; 3 – пластина; 4 – рубашка; 5, 7 – нагнетательный и всасывающий патрубки; 6 – клапан; 8 – камера сжатия

При вращении ротора пластины 3 под действием центробежной силы, перемещаясь в пазах, прижимаются к цилиндрической поверхности корпуса 1 и разделяют рабочее пространство между ротором и внутренней поверхностью цилиндра на отдельные камеры 8. Объем

этих камер благодаря эксцентриситету ротора периодически меняется по мере его вращения от минимального до максимального. Камеры, расположенные слева от вертикальной плоскости, которая проходит через ось цилиндра, сообщаются со всасывающим патрубком 7. При вращении ротора их объем увеличивается и заполняется газом, т. е. осуществляется процесс всасывания.

При достижении максимального объема камера разобщается со всасывающим патрубком, и при дальнейшем движении теперь замкнутой камеры объем ее уменьшается, а давление газа увеличивается, т. е. происходит сжатие газа. Процесс сжатия продолжается до тех пор, пока передняя пластина камеры не пройдет кромку нагнетательного окна цилиндра.

Камера оказывается сообщенной с нагнетательным патрубком 5, и начинается процесс нагнетания. Когда объем достигает минимальной величины, камера разобщается с нагнетательным патрубком, и в ней остается невытесненный объем газа, который называют объемом мертвого пространства. Дальнейшее движение камеры в левую половину цилиндра приводит ее к ее сообщению с всасывающим патрубком, и цикл повторяется.

Ротационные пластинчатые компрессоры используют для питания сжатым воздухом пневмоинструмента, в системах пневматического транспорта, в качестве компрессоров и вакуум-насосов для сжатия воздуха и других газов. Компрессоры этого типа выпускают со стальными пластинами и разгрузочными кольцами, уменьшающими износ пластин, а также с пластинами из антифрикционных материалов, не требующих смазки. Ротационные пластинчатые компрессоры работают до 10 лет без замены каких-либо деталей.

Винтовые компрессоры. К преимуществам винтовых компрессоров относится простота их конструкции. На рис. 5 изображен винтовой компрессор, который состоит из корпуса 3, ведущего 4 и ведомого 5 роторов, редуктора 1 с кожухом 2, присоединительной полумуфты 8 и подшипников 6 и 7.

Роторы винтовых компрессоров представляют собой крупномодульные винтовые колеса с зубьями специального профиля. Зоны всасывания и нагнетания расположены у торцов роторов. При вращении роторов, начиная от зоны всасывания, зубья выходят из зацепления, открывая между собой полости, в которых давление ниже, чем во всасывающем трубопроводе, и в которые засасывается газ. При дальнейшем вращении происходит отсекание объема всасываемого газа от окна в стенке корпуса и его сжатие.

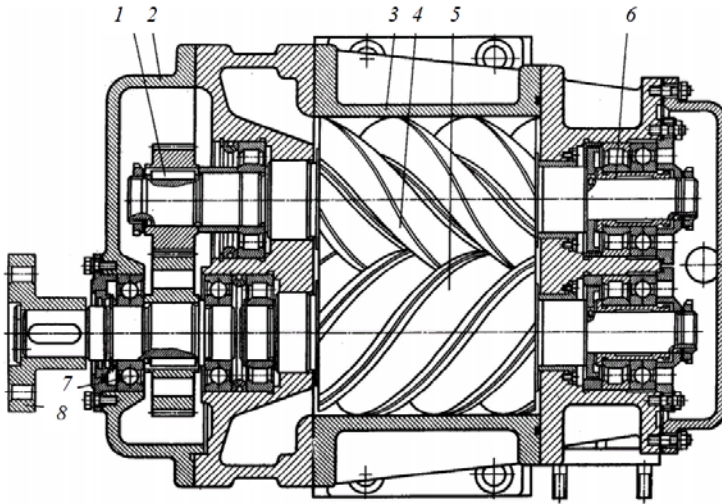


Рис. 5. Разрез винтового компрессора:
 1 – редуктор; 2 – кожух; 3 – корпус; 4 – ведущий ротор; 5 – ведомый ротор;
 6, 7 – подшипники; 8 – полумуфта

Полость между роторами уменьшается при вращении роторов, и процесс сжатия газа продолжается до тех пор, пока сжимаемый объем газа не подойдет к противоположным торцам роторов и не переместится в зону нагнетания, расположенную в стенке корпуса.

1.2. Компрессоры динамического действия

В компрессорах динамического действия процессы сжатия проходят непрерывно в потоке движущегося вещества. Рабочими органами таких компрессоров являются колеса с расположенными на них рабочими лопатками. От вращающихся лопаток механическая энергия непрерывно передается движущемуся веществу. При этом в рабочем колесе обычно увеличивается кинетическая и потенциальная энергии вещества, т. е. его скорость и давление возрастают. В расположенных за колесом неподвижных лопаточных аппаратах уже без подвода энергии извне происходит преобразование кинетической энергии в потенциальную. Процессы сжатия в компрессорах динамического действия совершаются при больших скоростях и главным образом за счет использования сил инерции.

Компрессоры динамического действия по конструкции рабочих органов подразделяются на центробежные и осевые.

Компрессоры динамического действия имеют следующие преимущества перед объемными поршневыми.

1. Значительно меньшие габаритные размеры и масса по сравнению с объемными компрессорами той же производительности. Это обусловлено непрерывностью потока вещества и высокими скоростями движения.

2. Надежность в работе вследствие малого износа при сжатии незагрязненных веществ. Единственными узлами, где имеются механические трения, являются подшипники.

3. Практически полная уравнированность вращающегося ротора, что позволяет устанавливать компрессоры на легких фундаментах.

4. Равномерность подачи сжатого вещества.

5. Отсутствие загрязнения вещества смазочным маслом.

6. Возможность получения значительно большей производительности.

7. Возможность непосредственного соединения с высокооборотным приводом двигателя – паровой или газовой турбиной, высокочастотным электродвигателем. Это позволяет повысить КПД агрегата за счет уменьшения механических потерь и сделать его более компактным.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА

Цель работы: изучить назначение, классификацию и принцип действия компрессоров различного типа.

Объектом изучения является компрессор объемного действия СБ4/С-50.ЛВ30А.

Компрессор является сложным электромеханическим изделием и предназначен для обеспечения сжатым воздухом пневматического оборудования, аппаратуры и инструмента, применяемого в промышленности, автосервисе и для других целей потребителя, после его очистки дополнительной системой подготовки воздуха и доведения до норм, действующих в каждой из отраслей.

Использование компрессора строго ограничено сжатием воздуха, поэтому он не может быть использован для каких-либо иных газов.

Компрессорная установка (рис. 6) состоит из следующих основных сборочных единиц и деталей: блока поршневого ЛВ30А 1, ресивера (воздухосборника) 5, платформы 15, электродвигателя 2 со шкивом 3, клиновых ремней 4, защитного ограждения 6, прессостата 7, манометра 9, воздухопровода 11, клапана предохранительного 10, клапана обратного 12, регулятора давления 14, крана слива конденсата 13, колес и амортизаторов 16, выключателя 8.

Платформа 15 предназначена для монтажа блока поршневого, двигателя, клиноременной передачи и защитного ограждения.

Прессостат 7 необходим для обеспечения работы компрессора в автоматическом режиме, поддержания давления в заданном диапазоне.

Выключатель 8 предназначен для пуска и остановки компрессора.

Манометр 9 предназначен для контроля давления в ресивере.

Клапан предохранительный 10 служит для ограничения максимального давления в ресивере и отрегулирован на давление открывания, превышающее давление нагнетания не более чем на 15 %.

Клапан обратный 12 обеспечивает подачу сжатого воздуха в направлении от блока поршневого к ресиверу.

Кран слива конденсата 13 предназначен для удаления скопившегося в ресивере конденсата и масла.

Регулятор давления 14 служит для уменьшения давления до требуемого рабочего в подсоединенных пневматических инструментах и является дополнительным устройством.

Компрессор спроектирован и изготовлен в соответствии с общими требованиями и нормами безопасности к данному виду оборудования, установленными в действующих технических нормативных правовых актах.

Режим работы компрессора – повторно-кратковременный, с продолжительностью включения (ПВ) до 60 %, при продолжительности одного цикла от 6 до 10 мин. Допускается непрерывная работа компрессора не более 15 мин, но не чаще одного раза в течение 2 ч.

Регулирование производительности после пуска компрессора – автоматическое. Способ регулирования – периодический пуск-останов компрессора.

Технические характеристики компрессора представлены в таблице.

Технические характеристики поршневого компрессора СБ4/С-50.LB30А

Наименование параметра	Значение
Тип поршневого компрессора по количеству степеней сжатия	Одноступенчатый
Тип поршневого компрессора по применению смазки	Масляный
Тип поршневого компрессора по расположению цилиндров	Угловой
Производительность	0,42 м ³ /мин
Максимальное давление	1,0 МПа
Максимальная температура окружающей среды	40 °С
Минимальная температура окружающей среды	1 °С
Потребляемая мощность	2200 Вт

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет включает в себя:

- 1) цель работы;
- 2) определение компрессора и их классификацию;
- 3) основные отличия в принципе работы компрессоров различных типов;
- 4) конструкцию, принцип работы и назначение элементов компрессора СБ4/С-50.ЛВ30А;
- 5) техническую характеристику компрессора СБ4/С-50.ЛВ30А.

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое компрессор?
2. Приведите классификацию компрессорных установок.
3. Достоинства и недостатки поршневых компрессоров.
4. Достоинства и недостатки компрессоров динамического действия.
5. Конструкция, назначение элементов и принцип работы компрессора СБ4/С-50.ЛВ30А.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Захаров, А. А. Практикум по применению теплоты в сельском хозяйстве / А. А. Захаров. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 175 с.
2. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : учебник для вузов / В. М. Гусев [и др.] ; под ред. В. М. Гусева. – Ленинград : Стройиздат; Ленингр. отд-ние, 1981. – 343 с.
3. Инструкция по эксплуатации компрессора СБ4/С-50.LB30А. – Рогачев, 2015. – 32 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения о компрессорах.....	3
2. Лабораторная установка.....	11
3. Содержание отчета.....	14
4. Вопросы для самопроверки.....	14
Библиографический список.....	15