

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ИЗУЧЕНИЮ
КОНСТРУКЦИЙ НАСОСОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ**

Донецк
2017

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА «ЭНЕРГОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ИЗУЧЕНИЮ
КОНСТРУКЦИЙ НАСОСОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ**

для обучающихся по специальности
21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
энергомеханических систем
Протокол № 1 от 28.09.2017

Донецк
2017

Рецензенты:

Яковлев Виктор Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ»;

Моргунов Виктор Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ».

Составители:

Малеев Виктор Борисович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теоретической механики ГОУВПО «ДОННТУ»;

Селивра Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ»;

Козыряцкий Леонид Никитович – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ».

Методические указания к лабораторным работам по изучению конструкций насосов и вентиляторов

[Электронный ресурс] : для обучающихся по специальности 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. энергомеханических систем ; сост. В. Б. Малеев, С. А. Селивра, Л. Н. Козыряцкий. – Электрон. дан. (1 файл: 3,47 Мб). – Донецк : ДОННТУ, 2017. – Систем. требования: ZIP-архиватор.

Содержат необходимые материалы для самостоятельного изучения студентами конструкций, применяемых в угольной промышленности насосов и вентиляторов, их классификацию и обозначение, а также вопросы для самопроверки, позволяющие студентам осуществить самоконтроль качества проработанного ими материала.

Помогут студентам самостоятельно разобраться в конструкциях шахтных насосов и вентиляторов.

В увеличении производственных мощностей и повышении технико-экономических показателей предприятий важную роль играют насосные и вентиляторные установки, которые являются многочисленными, энергоемкими и металлоемкими. От их работы существенно зависят безопасность и санитарные условия труда трудящихся. Вот почему в своей практической деятельности инженеру часто приходится сталкиваться с вопросами, связанными с эксплуатацией вентиляторов и насосов. При изучении курсов "Гидромеханика", "Горные машины и оборудование. Стационарные установки горных предприятий", "Водоотливные и вентиляторные установки горных предприятий", "Насосы, вентиляторы и компрессоры", "Водовоздушное хозяйство обогатительных фабрик" студенты наряду с теоретическими основами курса должны изучить конструкцию вентиляторов и насосов. Это поможет им в значительной мере углубить и конкретизировать теоретические представления и подготовиться к решению различного рода практических задач, связанных с вопросами транспортирования жидкостей и газов в промышленности.

Методические указания предназначены для изучения основных конструктивных и аэрогидродинамических схем насосов и вентиляторов.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТОВ

Тематика лабораторных работ на каждое занятие объявляется студентам заблаговременно. До прихода в лабораторию студент обязан ознакомиться с содержанием и методикой выполнения лабораторных работ. Перед началом работы преподаватель производит проверку подготовленности студентов к выполнению лабораторных работ.

Перечень основных контрольных вопросов приводится в практикуме. После проверки готовности студентов к выполнению работ преподаватель знакомит студентов с их рабочим местом, оборудованием, а также порядком выполнения работ и техникой безопасности.

Неподготовленные студенты к выполнению лабораторных работ не допускаются.

В случае непредставления отчетов по ранее проведенным работам, к выполнению последующих студент не допускается.

Лабораторная работа считается выполненной после проверки знаний студентов преподавателем и выставления положительной оценки в журнале.

2. НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ВЕНТИЛЯТОРОВ И НАСОСОВ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМЫ

Следует помнить, что вентилятором называется машина, предназначенная для транспорта воздуха и других газов и создающая приращение полного давления до 12500 Па.

Необходимо знать, что по назначению шахтные вентиляторы подразделяются на вентиляторы: главного проветривания, предназначенные для проветривания всех выработок шахты, ее блока или крыла, за исключением отдельных тупиковых выработок; вспомогательные, предназначенные для проветривания стволов и капитальных выработок при строительстве шахт, а также отдельных участков шахтной вентиляционной сети и камер околоствольного двора при эксплуатации шахт; местного проветривания, предназначенные для проветривания отдельных тупиковых выработок. Эти вентиляторы отличаются друг от друга своими размерами, подачей и мощностью, а вентиляторы местного проветривания - от первых групп и своей конструкцией.

Студенты должны знать, что в зависимости от типа рабочего колеса и характера протекания через него воздушного потока вентиляторы в свою очередь можно подразделить на центробежные (радиальные) и осевые. Оба вида машин обеспечивают непрерывное равномерное перемещение воздуха.

Серьезное внимание необходимо обратить на номенклатуру выпускаемых в настоящее время заводами страны шахтных вентиляторов (классификация и соответствующая ей номенклатура приведена на рис. I).

В соответствии с ГОСТ 11004-84 и ГОСТ 6625-85 буквы перед цифрами в обозначениях (шифрах) вентиляторов означают: у центробежных - В - вентилятор, Ц - центробежный, Д - двухстороннего всасывания, М - местного проветривания; у осевых вентиляторов - В - вентилятор, О - осевой, Д - двухступенчатый, М - местного проветривания, П - с пневматическим приводом. Цифры в обозначениях вентиляторов означают: у вентиляторов главного проветривания и вспомогательных - диаметр рабочего колеса в дециметрах, у вентиляторов местного проветривания - диаметр нагнетательного патрубка в дециметрах. Наконец, буквы в обозначениях после цифр означают: М - модернизированный - У - узкое колесо, А - в северном исполнении, П - с полимерными лопатками рабочих колес.

При заказе вентилятора на заводе в его обозначении дополнительно указывается исполнение по способу регулирования, климатическое исполнение и категория размещения (по ГОСТ 15150-69). Так, например, обозначение ВЦ-25МНУХЛЗ означает: центробежный вентилятор одностороннего всасывания с диаметром рабочего колеса 2,5 м, модернизированный (М), регулируемый поворотом лопаток НА (Н), предназначенный

для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом (УХЛ) и размещения в закрытых помещениях без искусственного регулирования климатических условий [3].

Основное назначение насосов - перекачка чистой, холодной воды. Такие насосы называются обычными. Однако в настоящее время область применения насосов настолько широка и многообразна, что определение насоса как машины для перекачки воды было бы односторонним. Они применяются для водоснабжения, канализации, орошения и осушения земель, гидроаккумулирования энергии, транспортирования материалов. Существуют питательные насосы котельных установок, тепловых электростанций, судовые насосы, насосы для горной, нефтяной, геологоразведочной, химической, бумажной, пищевой и других отраслей промышленности. Все насосы, перекачивающие жидкости, отличающиеся от чистой холодной воды (например, горячую воду, пульпу, щелочь, жидкий металл и т.д.), называются специальными. Они отличаются от обычных наличием защитных приспособлений, обеспечивающих более долговечную работу на соответствующей жидкости.

Из всех насосов наибольшее распространение получили центробежные. Их конструкция будет рассмотрена в данном лабораторном практикуме.

Число типов этих насосов очень велико, и с целью удобства изучения конструкции произведем их классификацию по следующим признакам.

1. По числу ступеней: а) одноступенчатые; б) многоступенчатые.
2. Способу сбора и отвода воды после рабочего колеса: а) насосы с направляющими аппаратами; б) насосы со спиральной камерой и коническим диффузором; в) насосы с кольцевидным отводом, спиральной камерой и коническим диффузором.
3. Числу входных отверстий в рабочем колесе: а) одностороннего всасывания (рис. 13,а, 14,а), б) двухстороннего всасывания (рис.13,б, 14,б); рабочие колеса двухстороннего всасывания представляют собой соединение в одной детали двух обычных колес.
4. По расположению вала: а) горизонтальные; б) вертикальные.
5. По конструкции корпуса: а) цельнокорпусные; б) с корпусом, имеющим горизонтальный разъем; в) секционные.

Наибольшее распространение получили насосы серии К, Д и особенно - ЦНС, Насосы ЦНС имеют следующую маркировку: Ц - центробежный, Н - насос, С - секционный. После букв цифры обозначают номинальную подачу насоса (в м³/ч), цифра после дефиса - номинальный напор, развиваемый насосом в метрах столба перекачиваемой жидкости. Например, ЦНС 180 - 680 - центробежный насос секционный, номинальная подача 180 м³/ч, номинальный напор 680 м.

Насосы К и Д имеют одинаковую маркировку. Цифра, стоящая перед буквой, обозначает диаметр всасывающего патрубка (в мм), уменьшенный

в 25 раз и округленный, буква обозначает тип насоса (К - консольный, Д - двухсторонний), а цифра после дефиса - коэффициент быстроходности, уменьшенный в 10 раз и округленный. Например: 1,5К - 6 - консольный насос с диаметром всасывающего патрубка 40 мм и коэффициентом быстроходности 60.

В настоящее время консольные насосы согласно ГОСТ 22247-76Е и насосы двухстороннего всасывания согласно ГОСТ 10272-77 имеют обозначения, аналогичные насосам типа ЦНС.

Например: К 20-30 - консольный насос с номинальной подачей 20 м³/ч и номинальным напором 30 м.

Д 200-95 - насос двухстороннего всасывания с номинальной подачей 200 м³/ч и номинальным напором 95 м.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ И ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Прежде чем приступить к изучению конструкций шахтных вентиляторов и их элементов, следует повторить лекционный материал, относящийся к лопастным машинам (схемы и основные элементы их проточных частей, назначение последних, принципиальные различия центробежных (радиальных) и осевых машин. После этого следует ознакомиться с назначением и классификацией, а также номенклатурой и обозначениями шахтных вентиляторов.

Изучение конструкций вентиляторов следует начинать в аудитории по настоящим метод указаниям и имеющимся в нем чертежам общих видов вентиляторов и их элементов. Закрепив полученные сведения ответами на вопросы для самопроверки, студенты переходят в лабораторию и изучают уже устройство вентиляторов и вентиляторных установок по имеющимся там плакатам и натурным образцам вентиляторов и их элементов.

В заключение занятия студенты отвечают на контрольные вопросы преподавателя по теме настоящего лабораторного занятия и получают по нему зачет.

3.1. Принципиальные схемы и устройства вентиляторов

Как центробежные, так и осевые вентиляторы относятся к одному классу - лопастных машин (турбомашин), имеют единый принцип действия и ряд общих элементов. Характерными элементами любой лопастной машины, в том числе и вентиляторов, являются подвод, рабочее колесо (одно или несколько), отвод, вал, подшипники, уплотнения,

На рис. 2 приведены принципиальные схемы центробежных и осевых вентиляторов, применяемых в угольной и горно-рудной промышленности.

Путь движения воздуха через эти вентиляторы показан на схемах стрелками.

Центробежные (радиальные) вентиляторы по своей аэродинамической и конструктивной схеме подразделяются на вентиляторы одностороннего (рис. 2,а) и двухстороннего (рис. 2,б) всасывания. В первом случае воздух подходит к вентилятору и его рабочему колесу с одной стороны, а во втором - с двух. При прочих равных условиях вентиляторы двух-стороннего всасывания имеют подачу большую, чем одностороннего.

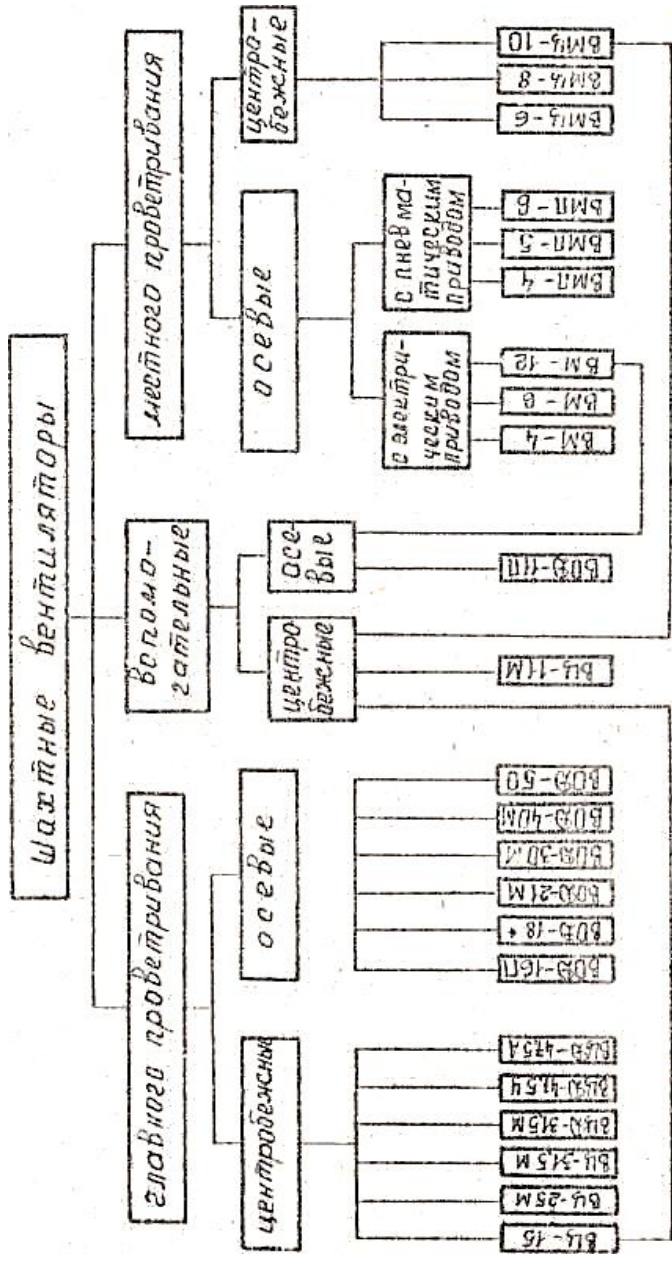


Рис. 1. Классификация и номенклатура шахтных вентиляторов
 *В соответствии с ГОСТ 11004-94 вентиляторы ВД-18
 допускаются к применению только для замены действующих

Подвод центробежных вентиляторов представляет собой конический сходящийся или коноидальный патрубок (коллектор) 1, в котором происходит "поджатие" потока и тем самым обеспечивается более равномерное распределение скоростей по сечению на входе в рабочее колесо. Элементом подвода большинства шахтных центробежных вентиляторов является также лопаточный направляющий аппарат (НА) 2 с поворотными лопатками. Наконец, у центробежных вентиляторов двухстороннего всасывания (и некоторых вентиляторов одностороннего всасывания) элементом подвода являются также входные коробки 6.

Рабочее колесо 5 центробежного вентилятора одностороннего всасывания (рис. 2,а) состоит из переднего (покрывного) 5а и заднего (коренного) 5в дисков, между которыми закреплены сильно загнутые назад лопатки 5б крылового профиля; ступицы 5г к которой крепится диск, а у некоторых вентиляторов и обтекателя, закрывающего ступицу и обеспечивающего плавный поворот воздушного, потока из осевого направления, в радиальное. У вентиляторов двухстороннего всасывания (рис. 2,б) всех перечисленных выше элементов (за исключением ступицы и коренного диска) в два раза больше и расположены они симметрично по обе стороны коренного диска.

Лопатки на рабочем колесе установлены таким образом, что набегающая на поток утолщенная кромка ("носик") располагается на меньшем радиусе (во входном сечении), а хвостовая часть - на большем радиусе (в выходном сечении). Угол наклона лопаток на выходе β_2 , являющийся характерным параметром аэродинамической схемы вентилятора, у современных шахтных центробежных вентиляторов составляет 25 - 35°.

Отвод, центробежных вентиляторов представляет собой спиральный корпус 4 следующий за ним диффузор 7, имеющий форму усеченной пирамиды. Здесь происходит уменьшение скорости и повышение статического давления воздушного потока.

Осевые вентиляторы по своей аэродинамической и конструктивной схеме подразделяются на одноступенчатые и многоступенчатые. В шахтной практике для главного и вспомогательного проветривания применяются обычно двухступенчатые вентиляторы (рис. 2,в), а для местного проветривания - одноступенчатые (рис. 2,г). При прочих равных условиях двухступенчатые вентиляторы создают большее давление, чем одноступенчатые.

Подводом осевых вентиляторов являются коллектор 1 (плавное закругление на входе) и передний обтекатель (кок) 8, обеспечивающие

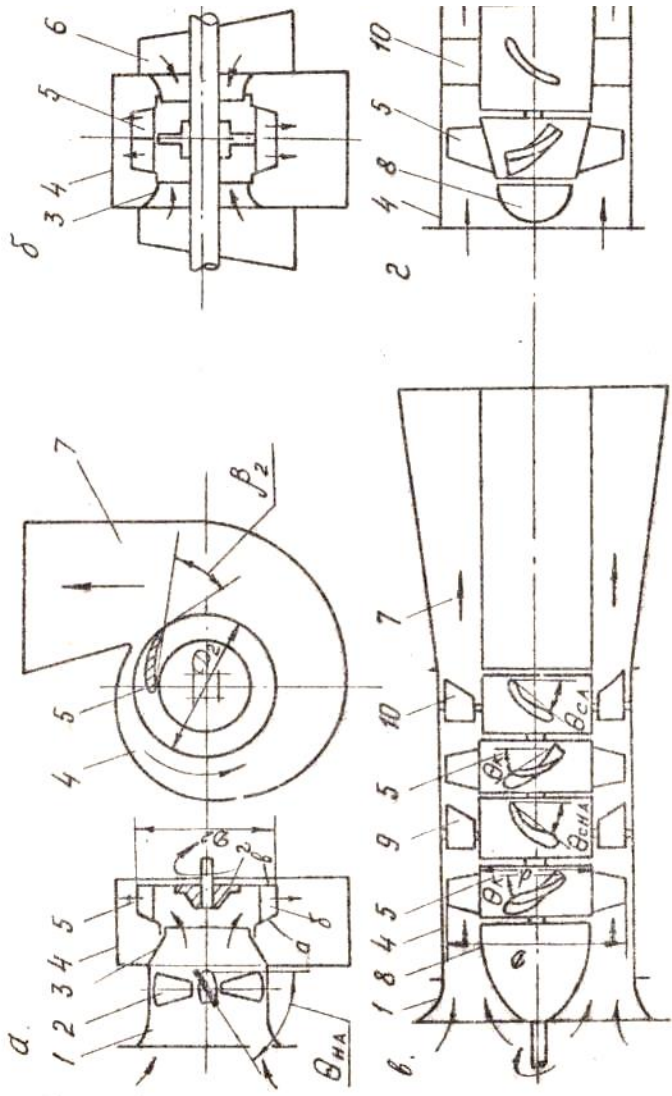


Рис. 2. Принципиальные схемы шахтных вентиляторов:

- а - центробежного одностороннего всасывания; б - центробежного двухстороннего всасывания; в - осевого двухступенчатого; г - осевого одноступенчатого с меридиально ускоренным потоком

"поджатие" потока и более равномерное поле скоростей на выходе в рабочее колесо. Элементом подвода у некоторых осевых вентиляторов местного проветривания является также лопаточный направляющий аппарат, установленный перед входом в рабочее колесо.

Рабочее колесо 5 осевых вентиляторов представляет собой цилиндрическую втулку*, на которой через равные промежутки укреплены крученые лопатки крылового профиля, расположенные под некоторым углом θ_k к направлению вращения рабочего колеса. Лопатки устанавливаются на втулке таким образом, чтобы они двигались вперед уплощенной кромкой ("носиком") и набегали на воздух вогнутой стороной профильной части. У вентиляторов главного проветривания лопатки могут поворачиваться во втулке ($\theta_k = 15 - 45^\circ$ на среднем радиусе), а в вентиляторах местного проветривания они закреплены неподвижно. Воздух движется через ометаемое кольцевое пространство между цилиндрическим корпусом 4 и втулкой в осевом направлении.

Элементами отвода осевых вентиляторов являются лопаточный спрямляющий аппарат (СА) 10, служащий для раскручивания воздушного потока, а у вентиляторов главного проветривания и диффузору 7 кольцевой формы, в котором происходит уменьшение скорости и повышение статического давления воздушного потока. В двухступенчатых осевых вентиляторах (рис. 1,в) между рабочими колесами установлен промежуточный спрямляюще-направляющий аппарат (СНА 9), аналогичный по своему устройству и назначению СА.

3.2. Различия центробежных и осевых вентиляторов

Тип рабочего колеса лопастной машины определяет не только конструкцию, но и ее свойства. Поэтому наряду с общностью принципа действия, центробежные и осевые вентиляторы имеют как конструктивные, так и принципиальные отличия, к которым относятся:

1. Различия аэродинамических форм и конструкций подводов, рабочих колес и отводов.

2. Различие в направлении воздушного потока в вентиляторах: в центробежных - воздушный поток на входе в рабочее колесо направлен вдоль оси, в рабочем колесе он изменяет свое направление из осевого в радиальное и на выходе из рабочего колеса, а также в отводе движется в

*У осевых вентиляторов с меридиональным ускорением потока (рис.1,г), применяемых для местного проветривания шахт, втулка рабочего колеса имеет форму усеченного конуса, что позволяет при одинаковых диаметрах и окружных скоростях рабочих колес получить большее давление в одной ступени, чем в осевых вентиляторах, имеющих рабочее колесо с цилиндрической втулкой.

плоскости нормальной оси вентилятора; в осевых - воздушный поток движется вдоль оси вентилятора как в подводе, так и в рабочем колесе и отводе.

3. Различие в направлении воздушного потока при реверсировании ротора: при изменении направления вращения рабочих колес у тех и других вентиляторов происходит снижение подачи и давления, однако в центробежных вентиляторах направление воздушного потока не изменяется (воздух поступает через подвод в рабочее колесо, а оттуда в отвод), а в осевых вентиляторах направление воздушного потока меняется на обратное (воздух поступает через отвод в рабочее колесо, а оттуда в подвод), т.е. здесь происходит реверсирование воздушной струи.

4. Различие в форме аэродинамических характеристик.

5. Различие в основных показателях: при одинаковых диаметрах рабочих колес (в расчете на одно колесо одностороннего всасывания) и окружных их скоростях центробежные вентиляторы имеют меньшие подачи, но развивают большие давления, чем осевые вентиляторы; в то же время шум при работе осевых вентиляторов в этих условиях больше, чем у центробежных.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение вентилятора.
2. Каково назначение подвода, рабочего колеса и отвода вентилятора?
3. Как подразделяются вентиляторы по форме рабочего колеса и характеру движения через него воздуха?
4. Начертите принципиальную схему центробежного вентилятора и укажите на ней его основные элементы и их назначение,
5. Как устроен подвод у центробежных вентиляторов, какие элементы в него входят?
6. Как устроено рабочее колесо центробежного вентилятора?
7. Как устроен отвод центробежных вентиляторов, какие элементы в него входят?
8. Начертите принципиальную схему осевого вентилятора и укажите на ней его основные элементы и их назначение?
9. Как устроен подвод у осевых вентиляторов, какие элементы в него входят?
10. Как устроено рабочее колесо осевых вентиляторов?
11. Как устроен отвод осевых вентиляторов, какие элементы в него входят?
12. Какое различие между вентилятором двухстороннего всасывания и двухступенчатым?
13. Какие принципиальные различия между центробежными и осевыми?

ми вентиляторами?

14. Объясните значения букв и цифр в обозначениях вентиляторов: ВЦЦ-47.5У, В0Д-21М, ВМП-5, ВМЦ-8.

3.3. Конструктивные элементы шахтных центробежных вентиляторов главного проветривания

Ниже, в качестве примера, приведено описание устройства шахтного центробежного вентилятора ВЦ-31,5М и конструкции его основных элементов. Другие вентиляторы имеют аналогичное устройство и конструктивные элементы.

Шахтный центробежный вентилятор одностороннего всасывания ВЦ-31, 5М (рис. 3) состоит из рабочего колеса 7, вала 3, подшипниковых опор I и 8, соединительной муфты 10, корпуса (кожуха) 6, входной коробки 2, входного патрубка 5, направляющего аппарата 4, устройства для одновременного поворота лопаток НА и привода этого устройства. На рис.3 показаны также электродвигатель II, датчик скорости 9, которые являются элементами вентиляторной установки.

Корпус (кожух) 6 вентилятора имеет форму спирали постоянной ширины и состоит из двух половин: верхней, представляющей собой сварную конструкцию из листовой и сортовой стали, и нижнюю, выполненную из бетона и являющуюся одновременно фундаментом.

Входная коробка 2, служащая для подвода воздуха из канала к входному патрубку вентилятора, также состоит из двух половин: верхней - металлической и нижней, выполненной в бетоне.

Места выхода вала из кожуха и коробки уплотнены фланцами и резиновыми кольцами.

Входной патрубок 5, служащий для подвода воздуха от НА к рабочему колесу, представляет собой металлическую трубку с двумя фланцами, имеющую форму усеченного конуса. Фланец большего диаметра предназначен для крепления входного патрубка к корпусу, а меньшего- для крепления лабиринтного кольца, которое входит в лабиринтное кольцо рабочего колеса и образует лабиринтное уплотнение с равномерным кольцевым зазором порядка 5 мм между вращающимися и неподвижными элементами вентилятора.

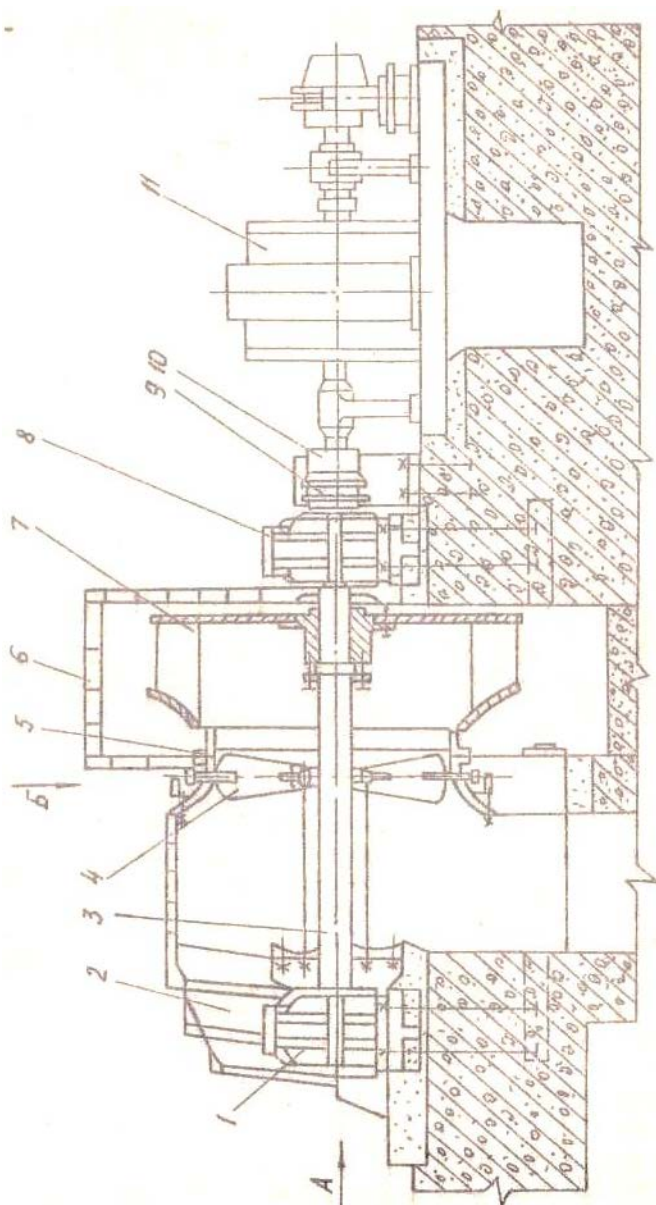


Рис. 3. Общий вид вентилятора ВЦ-31, 5 М

На рис. 4 приведен общий вид ротора ВЦ-31,5М и его основные элементы: рабочее колесо 4, вал 9, зубчатая муфта I, радиальная 2, радиально-упорная 10, подшипниковые опоры.

Рабочее колесо состоит из переднего (покрывного) листа 7 конической формы и плоского заднего (коренного) диска 5, между которыми с помощью сварки укреплены через равные промежутки 6 профильных загнутых назад лопаток 6 ступицы 3, на которой на болтах крепится коренной диск 5; лабиринтного кольца 8, укрепленного на переднем диске 7 при входе в рабочее колесо и служащего для обеспечения равномерного минимального зазора (порядка 5 мм) между колесом и входными патрубком, а также придания рабочему колесу большей жесткости.

Ступица 3 рабочего колеса насажена на шейку вала 9 и удерживается от проворота шпонкой 12, а от осевого смещения - гайкой II, которая навинчивается на вал.

Лопатки рабочего колеса (рис. 4, II) - пустотелые крылового профиля сварной конструкции. Каждая лопатка состоит из обечайки (верхней и нижней), носика и хвостовика. Для большей жесткости во внутреннем пространстве лопаток к обечайкам приварены лонжероны².

Вал 9 вентилятора представляет собой стальную поковку, имеющую посадочные шейки под ступицу рабочего колеса, подшипники и втулку соединительной муфты.

Соединительная муфта I, предназначенная для соединения валов вентилятора и электродвигателя, в ВЦ-31,5М принята зубчатая двухстороннего зацепления (рис, 4,1). Она состоит из двух зубчатых втулок 13 и 16 с наружными зубьями и двух зубчатых полумуфт 14 и 15 с внутренними зубьями, полумуфты соединяются между собой болтами с гайками. Для предупреждения утечки смазки из полости муфты последняя закрыта с обеих сторон торцовыми кринками 17 с манжетными уплотнениями.

Вентилятор ВЦ-31,5М имеет две подшипниковые опоры (рис. 4): как радиальную, так и осевую нагрузки. Конструктивно они выполнены примерно одинаково.

Каждая из этих опор (рис. 4, III, IV) имеет литой корпус с разъемом в горизонтальной плоскости, состоящий из двух половин - верхней (крышки) 21 и нижней (основания) 26, двухрядный сферический подшипник 22, торцовые крышки 23 и 28, манжетные уплотнения 24, маслосбрасывающее кольцо 19, диафрагму 20.

² у некоторых шахтных вентиляторов это пространство вместо лонжеронов заполняется вспененным в нем пенопластом, который после затвердевания связывает обечайки в единое целое

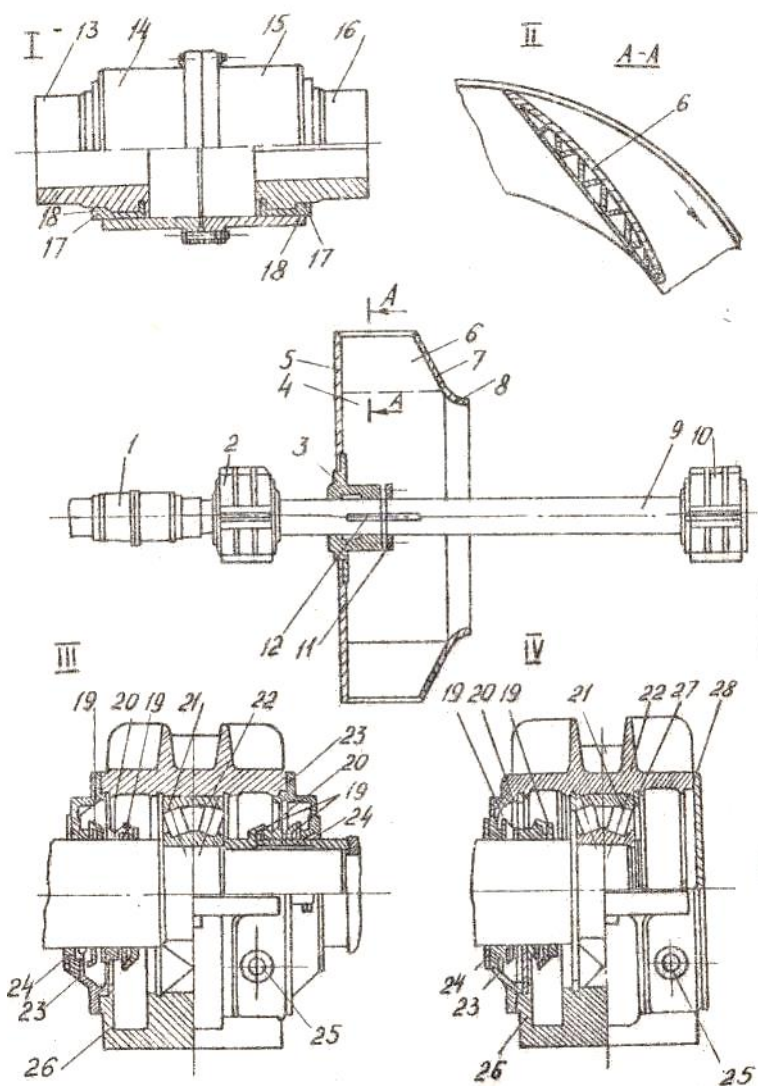


Рис. 4. Ротор вентилятора ВЦ-31,5М и его элементы

В радиально-упорной подшипниковой опоре (рис. 4, IV) подшипник зафиксирован от осевого перемещения опорными кольцами 27, а в радиальной (рис. 4, III) - он является "плавающим", имеет возможность при работе вентилятора несколько перемещаться относительно корпуса в осевом направлении.

Смазка подшипников - жидкая циркуляционная и осуществляется с помощью маслостанции.

В корпусах подшипниковых опор имеются отверстия для подвода (в верхних их частях) и отвода (в нижних их частях) масла, установки термодатчиков, а также магнитных патронов, служащих для отбора случайно попавших в масло металлических включений. Для визуального наблюдения за уровнем масла в корпусе предусмотрено смотровое стекло 25 с делениями.

Направляющий аппарат 4 (см. рис. 3), предназначенный для регулирования режима работы вентилятора и снижения пусковых нагрузок электродвигателя при его включении, расположен между коробкой 2 и входным патрубком 5 вентилятора. Он состоит из разъемного в горизонтальной плоскости цилиндрического корпуса, десяти плоских лопаток трапецеидальной формы с двумя хвостовиками (цапфами) на концах, входящими в стаканы, расположенные в корпусе и в кольцевой ступице, охватывающей с небольшим кольцевым зазором вал вентилятора. Концы хвостовиков лопаток, проходящих через корпус, имеют небольшие барабаны, связанные канатами с, приводящим кольцом механизма одновременного поворота лопаток, который в свою очередь связан с приводом НА, имеющим как ручное, так и дистанционное управление.

Для определения фактического угла установки лопаток НА на его корпусе установлена стрелка, а на приводящем кольце - шкала. Концевые выключатели, установленные на корпусе НА, ограничивают крайние положения (углы поворота лопаток $\theta_{НА}$): $90^\circ (0^\circ)^3$ - лопатки полностью открыты, т.е. расположены перпендикулярно оси НА, и $0^\circ (90^\circ)$ - лопатки полностью закрыты, т.е. расположены перпендикулярно оси НА.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные конструктивные элементы центробежного вентилятора.
2. Как устроены корпус (кожух) и входная коробка вентилятора и

³ Здесь без скобок указаны $\theta_{НА}$ отсчитываемые в соответствии с ГОСТ 5976-73, а в скобках - $\theta_{НА}$, принятые до сих пор в заводских инструкциях и проектный материал.

каково их назначение?

3. Какие элементы вентилятора образуют его ротор?
4. Как устроено рабочее колесо вентилятора?
5. Для чего предназначена соединительная муфта и как она устроена?
6. Какие подшипниковые опоры имеет вентилятор, как они устроены и чем отличаются друг от друга?
7. Для чего предназначен направляющий аппарат и как он устроен?

3.4. Конструктивные элементы шахтных осевых вентиляторов главного проветривания

Ниже, в качестве примера, приведено описание устройства шахтного осевого вентилятора В0Д-40М и конструкции основных его элементов. Другие осевые вентиляторы (В0Д-21М, В0Д—30М, В0Д-50) имеют аналогичные устройства и конструктивные элементы.

Шахтный осевой двухступенчатый вентилятор главного проветривания В0Д-40М (рис. 5) состоит из двух рабочих колес 9, коренного 10 и трансмиссионного 4 валов, радиальной 8 и радиально-упорной 13 подшипниковых опор, двух соединительных муфт I, коллектора б, переднего обтекателя (кока) 5, цилиндрического корпуса 7, спрямляющего аппарата (СА) II, промежуточного спрямляющего аппарата (СНА) 12. На рис. 5, кроме того, показаны тормоз 2, датчик скорости 3, кольцевой диффузор 14, маслостанция 15, которые являются элементами вентиляторной установки.

Передний обтекатель (кок) 5 и коллектор б, являющиеся элементами подвода и служащие для обеспечения плавного подвода воздушного потока к первому колесу, выполнены сварными из листовой и сортовой стали и имеют разъем в горизонтальной плоскости по оси вентилятора. Корпус (кожух) 7 вентилятора, имеющий в сборе форму цилиндра, выполнен сварным из листовой и сортовой стали и состоит из 4 продольных секций, соединенных между собой продольными фланцами и болтами с гайками. Нижняя секция имеет опорные стойки под подшипниковые опоры и основание в виде лап для установки и крепления на фундаменте с помощью фундаментных болтов. В каждой секции встроены поворотные лопатки СНА и СА, причем в боковых секциях по четыре лопатки в нижней и в верхней - по три. В корпусе имеются люки для осмотра, съема и поворота лопаток рабочих колес. Зазор между концами лопаток рабочих колес и внутренней поверхностью корпуса должен находиться в пределах 0,7 - 1,5% от длины лопаток

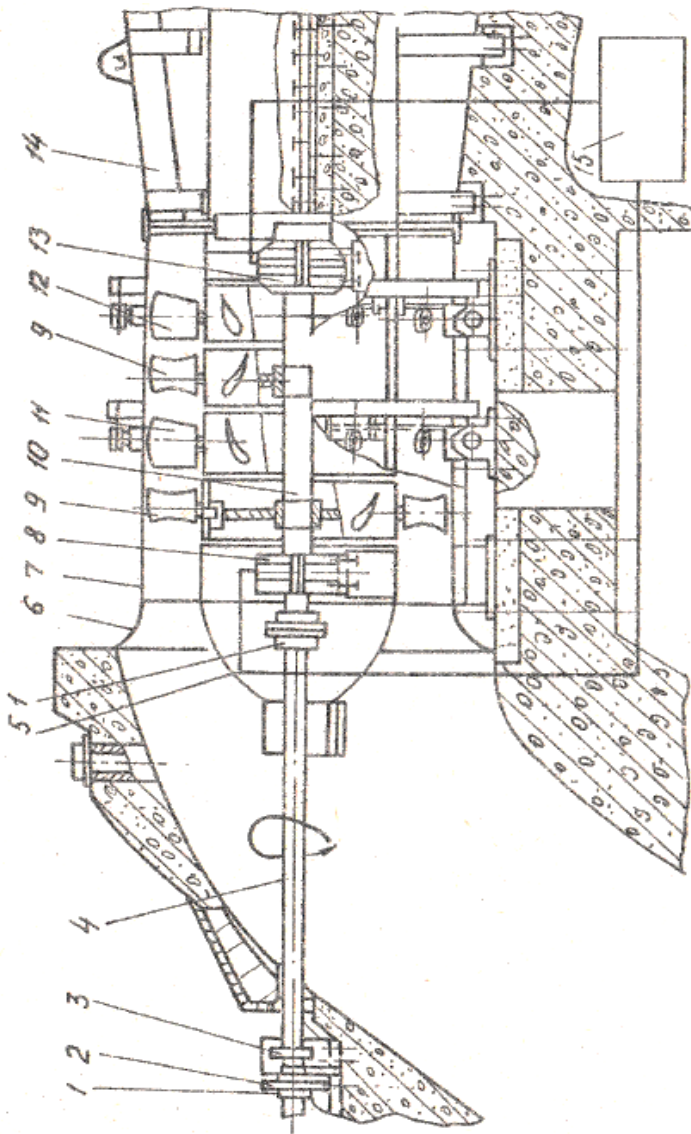


Рис. 5. Общий вид вентилятора ВД-40М

На рис.6 приведен общий вид ротора и его основные элементы: рабочие колеса первой 4 и второй 8 ступеней, коренной вал 2, радиальная

I и радиально-упорная 9 подшипниковые опоры.

Рабочее колесо вентилятора 4,8 (рис. 6) имеет литую цилиндрическую втулку (обод) 6, в гнездах которой через равные промежутки закреплены 12 лопаток 7, центральный диск 5 и ступицу 3. Ступица напрессовывается на шейку коренного вала 2 и удерживается от проворота шпонкой 10, а от осевого смещения – гайкой II, которая навинчивается на вал.

Лопатка рабочего колеса состоит из рабочей (профильной) части и стержня, при помощи которого она крепится к втулке. Профильная часть лопатки выполняется пустотелой из листовой стали толщиной 2-3 мм, сварной по кромке острого угла. Для предохранения лопатки от истирания угольной и породной пылью, содержащейся в шахтном воздухе, в набегающей на поток передней части лопатки установлен "носик" - литой стальной крученый стержень, приваренный к листам обшивки. Сверху и снизу к обшивке привариваются донышки, предохраняющие от попадания внутрь лопатки пыли и влаги, а в средней части - ребро 4 для большей жесткости.

Крепление обшивки профильной части к стержню производится заклепками, расклепанными впопай с двух сторон. Для этого отверстия в стержне раззенковываются, а обшивка выштамповывается по зенковке.

Для обеспечения постоянства давления по кольцевому сечению, сметаемому лопатками, профильная часть выполняется закрученной по длине (угол крутки порядка 20°), а также несколько сужающейся в средней части.

Лопатки крепятся в гнезде втулки (см. место I на рис. 6) с помощью разрезного упорного кольца 14, входящего в кольцевую канавку на хвостовике стержня и закрепленного надетым на него цельным кольцом 13, которое удерживается планкой 12 и болтами 18. Детали крепления лопатки герметически закрыты кожухом 17 и крышкой 15 от попадания влаги и пыли. От поворота лопатка стопорится винтом 16, конический конец которого входит в углубление на втулке.

Коренной вал 10 (рис. 5) вентилятора представляет собой стальную поковку, имеющую посадочные шейки под ступицы рабочих колес, подшипники и втулки соединительной муфты.

Трансмиссионный вал 4 (рис. 5), служащий для передачи

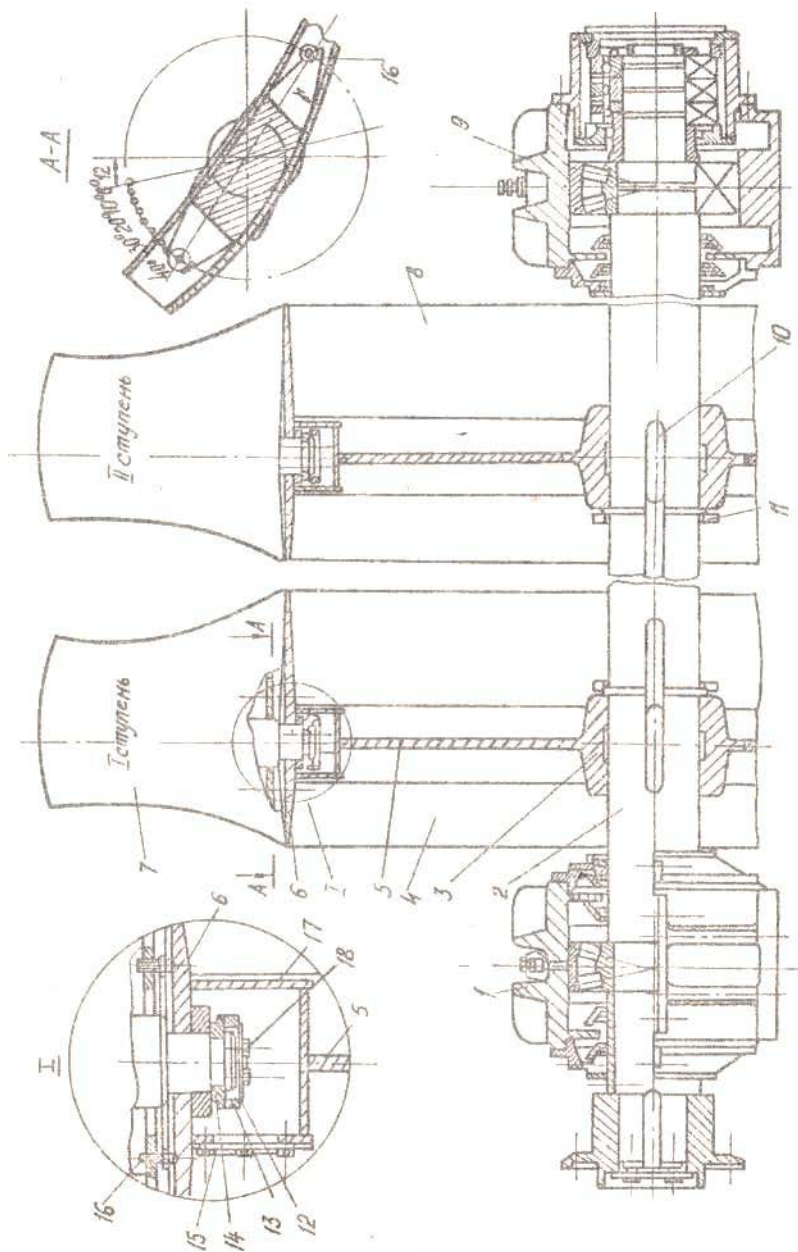


Рис. 6. Ротор вентилятора ВОД-40М

вращающего момента от вала электродвигателя ротору вентилятора, также представляет собой стальную поковку с посадочными шейками под втулки соединительных муфт I и датчик скорости 3.

Соединительные муфты I (рис. 5), предназначенные для соединения трансмиссионного вала 4 с валом электродвигателя и коренным валом 10 вентилятора, представляют собой зубчатые муфты одностороннего зацепления, аналогичные по своему устройству соединительной муфте ВЦ-31,5М. Втулка муфты, насаживаемой на вал электродвигателя, служит одновременно тормозным шкивом, к которому прижимаются при торможении колодки тормоза.

Вентилятор В0Д-40М имеет две подшипниковые опоры (рис. 6): радиальную I и радиально-упорную 9. Радиальная опора полностью унифицирована с такой же опорой вентиляторов ВЦ-31,5М и ВЦЦ-5М31,5М (см. выше). В радиально-упорной опоре также унифицированы основные элементы за исключением дополнительного элемента - строенного упорного шарикоподшипника, который для самоустановки снабжен с двух сторон сферическими опорными кольцами.

Спрямяюще-направляющий аппарат (СНА) и спрямяющий аппарат (СА) вентилятора В0Д-40М состоят из 14 пустотелых профилированных лопаток, расположенных в кольцевом пространстве между корпусом вентилятора и внутренней обечайкой, и механизма для одновременного поворота лопаток.

Внутренняя обечайка крепится к корпусу с помощью растяжек. На ее цилиндрической поверхности имеется 14 отверстий, в каждом из которых закреплена цапфа с шаровой поверхностью, входящая во втулку лопатки. С другой стороны, к лопатке приварена втулка, в которую на шпонке устанавливается валик стойки приводного барабана, вращающийся в подшипнике. Барабан охватывается канатом, концы которого посредством регулируемых стяжек крепятся к приводному кольцу, установленному на поддерживающих роликах вокруг корпуса вентилятора. Поворот кольца осуществляется с помощью привода, имеющего как ручное, так и дистанционное управление.

При регулировании с целью уменьшения подачи воздуха и снижения потребляемой мощности лопатки СНА могут устанавливаться в пределах от 75 до 35°. Углы установок лопаток СНА 75°, 35° и 85° и углы установки лопаток СА 75° и 105° фиксируются концевыми выключателями, а промежуточные углы между 75° и 35° при регулировании концевыми выключателями не фиксируются и могут быть получены непосредственно по шкале, имеющейся на вентиляторе.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные конструктивные элементы осевого вентилятора.
2. Для какой цели на входе в осевой вентилятор установлены коллектор и передний обтекатель (кок)?
3. Какие элементы вентилятора образуют его ротор?
4. В чем заключается различие соединительных муфт вентиляторов В0Д-40М и ВЦ-31,5М?
5. Как устроено рабочее колесо осевого вентилятора?
6. Как устроена лопатка рабочего колеса и как она крепится на его втулке?
7. В чем заключается различие подшипниковых опор вентиляторов В0Д-40М и ВЦ-31,5М?
8. Для чего бывает необходим поворот лопаток СНА и СА осевого вентилятора и как он осуществляется?

3.5. Устройство и конструктивные элементы шахтных вентиляторов местного проветривания

Ниже рассмотрены устройство и конструктивные элементы шахтных вентиляторов местного проветривания ВМ-6, ВМП-6 и ВМЦ-8, имеющих наиболее широкое применение в шахтной практике.

3.5.1. Шахтные осевые вентиляторы местного проветривания с электроприводом

Вентилятор ВМ-6 (рис. 7) состоит из рабочего колеса 4, направляющего аппарата 2, спрямляющего аппарата 6, противосрывного устройства 3, корпуса 9, электродвигателя 7, кабельного ввода 8, передаете обтекателя (кока) 1, салазок 10, рым-скоб 5.

Рабочее колесо 4 имеет литую коническую втулку и семь профилированных крученых лопаток, выполненных из капроновой смолы, с залитой стальной арматурой и хвостовиком, с помощью которого лопатка неподвижно крепится на втулке гайкой. Ступица РК насаживается непосредственно на вал электродвигателя 7.

Направляющий аппарат 2 состоит из корпуса и втулки, на которой расположено девять профильных эластичных (резиновых) лопаток, входные и выходные кромки которых армированы стальными пластинками. Внутри

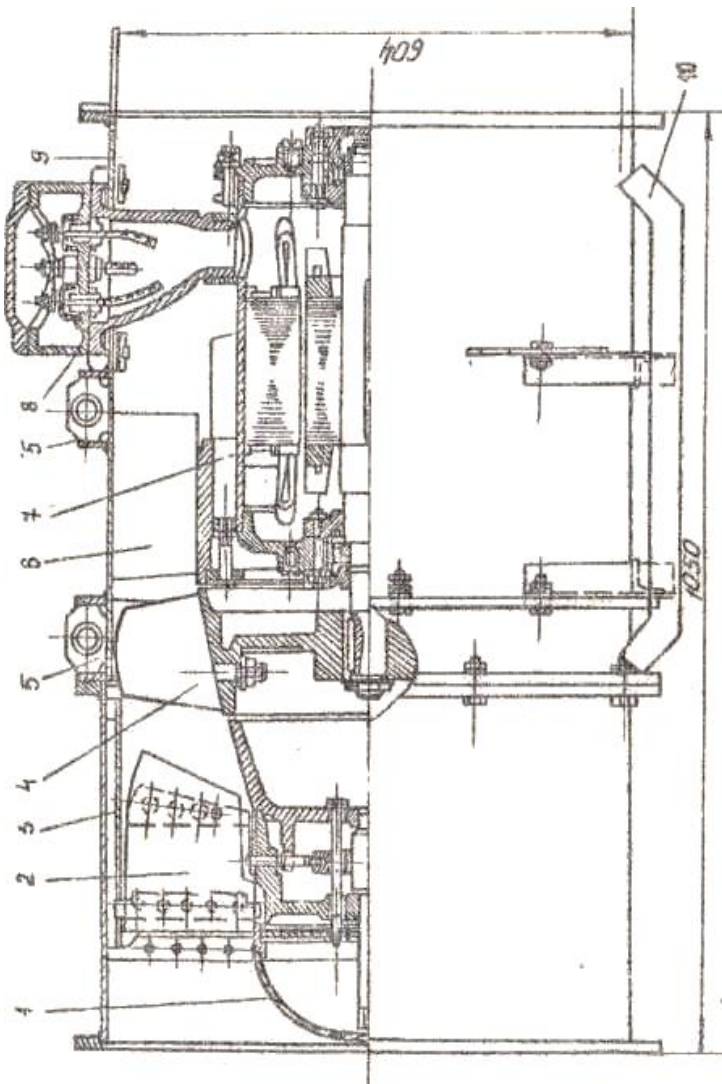


Рис. 7. Вентилятор местного проветривания ВМ-6

штука имеется механизм для одновременного поворота выходных частей гибких лопаток (закрылков). Поворот их осуществляется с помощью ручки, одеваемой на конец валика механизма, выведенный наружу через отверстия в коке I. Поворотом закрылков в пределах от +40 до -50° осуществляется регулирование режима работы вентилятора.

Спрямяющий аппарат 6 имеет 12 тонких стальных лопаток, приваренных у внутренней поверхности корпуса вентилятора и наружной поверхности цилиндрической штуки с фланцем, к которому болтами крепится специальный взрывобезопасный электродвигатель 7.

Противосрывное устройство (воздушный сепаратор) 3, предназначенное для устранения глубоких впадин и даже разрывов характеристик осевых вентиляторов на левой от "горба" их части (в области малых подач), представляет собой кольцевое пространство между цилиндрическим корпусом НА и установленной в этом корпусе цилиндрической обечайкой, диаметр которой равен диаметру рабочего колеса.

При нормальной работе вентилятора (в области больших подач) воздушный поток движется от всасывающего патрубка через решетку лопаток НА и частично кольцевое пространство сепаратора на лопатки РК и далее к нагнетательному патрубку. При уменьшении подачи и переходе рабочего режима через "горб" характеристики влево на периферии лопаток РК возникают вихри. Под действием разности давлений эти вихри перетекают во входное сечение рабочего колеса и при отсутствии сепаратора снова проходят через межлопаточное пространство РК, загромождая его и уменьшая тем самым расход всасываемого воздуха. При наличии сепаратора обратный поток проходит через его кольцевое пространство и только во входном сечении вентилятора поворачивает и, смешиваясь с основным потоком воздуха, проходит через решетку лопаток НА и попадает равномерно на лопатки РК. Благодаря такому отводу завихрений части потока нарастает и развитие зон срыва по мере уменьшения подачи прекращается и все связанные с ним вредные явления (в том числе и образование впадин и разрывов на характеристиках вентилятора) устраняются.

Для перемещения вентилятора по почве служат салазки 10, а для подвешивания его к кровле выработки - рым-скобы 5.

Вентиляторы ВМ-4 и ВМ-12 устроены аналогично ВМ-6, но ВМ-4 НА имеет неподвижно установленные стальные лопатки, а ВМ-12 НА имеет усовершенствованный механизм поворота, валик которого выходит не через кок, а через корпус НА, что удобнее в эксплуатации.

3.5.2. Шахтные осевые вентиляторы местного проветривания с пневмоприводом

Вентилятор ВМП-6 (рис. 8) состоит из рабочего колеса 6 с турбинным приводом 5, вала II с подшипниками, пластин-растяжек 2, передней 3 и задней 8 половин корпуса, спрямляющего аппарата 7, противосрывного устройства 4, коробки с соплами 9, салазок 10, рымскоб.

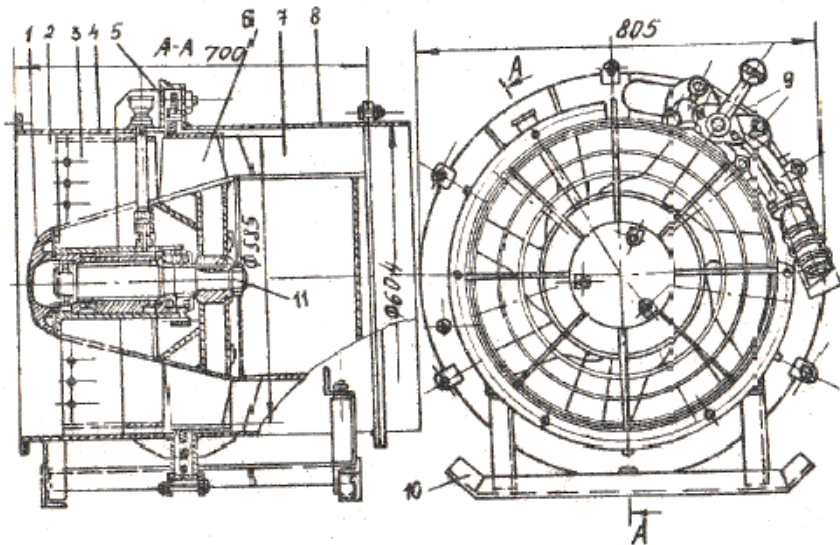


Рис. 8. Вентилятор местного проветривания ВМП-6

Рабочее колесо 6 имеет коническую втулку, к которой приварены семь крученых стальных лопаток с ободом на их периферии. В пазу обода установлены капроновые лопатки турбины активного типа 5, которая вращается в пространстве между флангами передней 2 и задней 8 половин корпуса. Ступина рабочего колеса насаживается на конец вала II и удерживается от проскальзывания шпонкой, а от осевого смещения - гайкой.

Вал II опирается на два шарикоподшипника, размещенных во втулке, которая находится внутри переднего обтекателя и крепится к передней половине корпуса 2 с помощью пластин-растяжек 3, через пластины пропущены кольца, образующие решетку на входе в вентилятор.

Снаружи передней половины корпуса расположена распределительная коробка с соплами 9, к которой по шлангу подается сжатый воздух. В зависимости от положения рукоятки и связанного с ней запорного органа трехходового крана сжатый воздух подается на лопатки турбины через одно, два или три сопла, что приводит к изменению частоты вращения турбины и связанного с ней рабочего колеса вентилятора, а следовательно, его подачи и давления.

Остальные элементы ВМП-6 выполнены и имеют то же назначение, что и у ВМ-6.

ВМП-5 устроен аналогично ВМП-6, а ВМП-4 имеет рабочее колесо с цилиндрической втулкой и нерегулируемый пневмопривод.

3.5.3. Шахтные центробежные вентиляторы местного проветривания

ВМЦ-8, представляющий собой высоконапорный центробежный вентилятор одностороннего всасывания со встроенным в его корпус электродвигателем, состоит из рабочего колеса, входного патрубка с коллектором и защитной решеткой, передней части корпуса, задней цилиндрической части корпуса, спрямляющего аппарата, выходного конического патрубка, специального взрывозащищенного фланцевого электродвигателя, кабельного ввода, салазок, рым-скоб,

В отличие от рассмотренных выше центробежных вентиляторов каждая из шести профильных лопаток рабочего колеса ВМЦ-8, приваренных к коренному и покрывному дискам, имеет поворотный закрылок для регулирования ими режима работы, поворот закрылков на фиксированные углы $+20$, 0 , -25° осуществляется индивидуально, вручную, при остановленном вентиляторе, через люк, расположенный в передней части корпуса.

Другая отличительная особенность ВМЦ-8 заключается в том, что он является прямоточным - поток входит в вентилятор и выходит из него в осевом направлении; что дает возможность устанавливать его в подземных выработках аналогично ВМ и ВМП без устройства дополнительного камер.

Остальные элементы ВМЦ-8 аналогичны вентиляторам ВМ,

Более подробно с конструкциями шахтных вентиляторов местного проветривания и их элементов можно ознакомиться в работах [1, 3, 6].

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные элементы осевого вентилятора местного проветривания с электрическим приводом.
2. Как устроено рабочее колесо у вентиляторов серии ВМ. С какой,

целью его втулка делается конической формы?

3. Как устроен направляющий аппарат вентилятора ВМ-6?
4. Как устроено рабочее колесо у вентиляторов 8МП-5 и ВМП-6?
5. Объясните устройство привода вентилятора ВМП, и как осуществляется регулирование режима работы этого вентилятора?
6. Объясните устройство вентилятора ВМЦ—8, Как осуществляется регулирование его режима работы?

4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

4.1. Основные конструктивные элементы

Основными элементами центробежного насоса являются рабочее колесо, подвод и отвод. Кроме того, к гидравлическим элементам относятся уплотнения, гидравлический затвор, разгрузочное устройство, а к конструктивным - корпус, вал с деталями для крепления колес, подшипники, втулки, стяжные и крепежные детали.

Рабочее колесо условно можно разделить на следующие части: (рис. 9,а) передний диск 1, задний (коренной) диск 2, ступица 3 и лопатки 4. Колеса насосов изготавливают закрытой конструкции (есть все перечисленные части), полуоткрытой (без переднего диска (рис.9,а)) и открытой (без переднего и заднего дисков). Большинство насосов имеют рабочие колеса закрытой конструкции. Рабочие колеса полуоткрытой и открытой конструкции применяются в насосах специального назначения, перекачивающих загрязненные жидкости (шламовые, фекальные, углесосы и т.д.).

Рабочие колеса бывают одностороннего и двухстороннего всасывания. Рабочие колеса двухстороннего всасывания (рис. 9,б) представляют собой соединенные в одной детали два обычных колеса. Из условия прочности диски колеса утолщаются по направлению к втулке. Скорость на внешней окружности литых чугунных колес не более 34 - 35 м/с.

Форма профиля лопатки должна быть такой, чтобы на всем протяжении ее приращение абсолютной скорости было плавным, равномерным и обеспечивало бы требуемые углы входа и выхода. Лопатки профилируются по дуге окружности или по логарифмической спирали и имеют толщину: чугунные 4-8 мм, бронзовые 3-6 мм.

КПД насоса зависит от тщательности обработки поверхностей межлопаточных каналов колеса, образуемых его дисками и лопатками, от

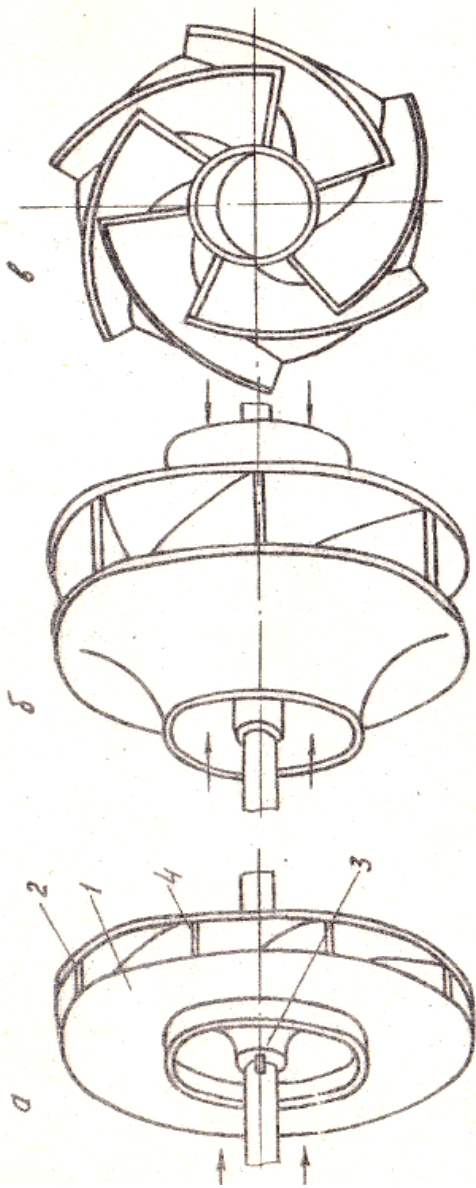


Рис. 9. Рабочие колеса центробежных насосов:
 а - закрытое, одностороннего всасывания; б - закрытое, двух-
 стороннего всасывания; в - полукоткрытое

числа и длины лопаток, от плавности изменения сечения площади прохода в канале. Движение воды в колесе тем правильнее, чем больше число лопаток, но при значительном их числе увеличивается сопротивление трению. Обычно в одном колесе 6-9 лопаток.

В шахтных насосах чаще применяются колеса закрытого типа, так как они допускают осевой разбег вала, необходимый при наиболее распространенном способе уравнивания осевого усилия: при них меньше утечек жидкости через зазоры.

По удельному числу оборотов рабочие колеса центробежных насосов делятся на три типа: тихоходные ($n_s = 40 — 80$), нормальные ($n_s = 80 - 150$), быстроходные ($n_s = 150 - 300$). Диаметр рабочего колеса обычно не превышает 800 мм.

Для неагрессивной воды рабочие колеса изготавливаются литыми из чугуна или стали, для кислотной - из легированных хромом и никелем сталей, хромистого или кремнистого чугуна, кислотоупорных бронз и пластмасс.

Подвод предназначен для обеспечения равномерного заполнения входа жидкости во всасывающее отверстие колеса с минимальными потерями давления. В современных насосах подводы выполняются в виде конических патрубков (конфузоров) с прямой и исправленной осями, кольцевого подвода и спирального (иногда называют полуспирального) подвода (рис. 10).

Прямолинейный конфузор представляет собой конический патрубок с прямолинейной осью (рис. 10, а), в котором иногда устраивается решетка в виде пластин, расположенных в меридиональных плоскостях. Решетка обеспечивает поступление потока в рабочее колесо без вращения. Поток в конфузоре движется ускоренно (скорость жидкости увеличивается на 15...20%). Это обеспечивает протекание в канале с минимальными гидравлическими потерями и выравнивание поля скоростей перед входом в рабочее колесо. Прямолинейный конфузор является лучшим типом подводящего канала, но может быть использован только в одноступенчатых консольных насосах.

Конфузор с криволинейной осью выполняется в виде конического колена с большим радиусом поворота (рис. 10, б).

Кольцевой подвод (рис. 10, в) представляет собой канал постоянного сечения, который расположен по окружности входа в рабочее колесо. При такой конструкции равномерность поля скоростей нарушается из-за образования вихревой зоны вокруг вала. Этот тип подвода устраивается лишь в некоторых конструкциях насосов, имеющих разъем, перпендикулярный к валу. Для устранения вихревой зоны применяется

спиральный подвод (рис. 10, г), представляющий собой канал переменного сечения по окружности входа в колесо. Благодаря этому одна часть потока попадает в колесо, не обтекая вала, а другая часть плавно обтекает вал, равномерно распределяясь по окружности. Этот подвод в настоящее время применяется в большинстве конструкций многоступенчатых насосов.

Отвод должен обеспечивать движение жидкости от рабочего колеса к внешней сети насоса с наименьшими потерями, по возможности без нарушения осесимметричности потока в колесе и с уменьшением скорости потока до величины скорости в начальном участке внешней сети.

В насосах применяют кольцевой отвод, спиральный отвод и направляющий аппарат.

Кольцевой отвод представляет собой цилиндрическую кольцевую камеру постоянной ширины, охватывающую рабочее колесо машины. Такие отводы используются в конструкциях насосов, предназначенных: для перекачки загрязненных жидкостей, и в углесосах.

Спиральный отвод состоит из спирального канала и диффузора. Обычно спиральный канал комбинируют с кольцевой камерой (рис. II). Спиральный канал имеет цилиндрическое или грушевидное сечение. При наличии кольцевой камеры скорость движения жидкости при прохождении через нее постепенно увеличивается к выходу. В спиральный канал жидкость поступает уже с меньшей скоростью, поэтому потери на преобразование динамического напора в статический будут меньше, чем в отводах без кольцевой камеры.

В диффузорах происходит дальнейшее снижение скорости потока и преобразование кинетической энергии жидкости в потенциальную энергию (примерно от 30 до 2...3 м/с).

Спиральные отводы применяются в одноступенчатых насосах, особенно при низких и умеренных напорах.

Направляющие аппараты бывают двух типов: лопаточные и каналные. У лопаточных аппаратов каналы расположены с обеих сторон, образуют отводящие 1 и обратные 2 (подводящие к следующему колесу) каналы (рис. 12). Жидкость, поступающая из рабочего колеса в расположенную за ним радиальную решетку лопастей направляющего аппарата, снижает в 2 - 2,5 раза скорость. Далее поток жидкости, поворачиваясь в кольцевом канале 3 на 180°, поступает в обратную радиальную решетку, где обычно происходит окончательное раскручивание потока и дополнительное небольшое уменьшение

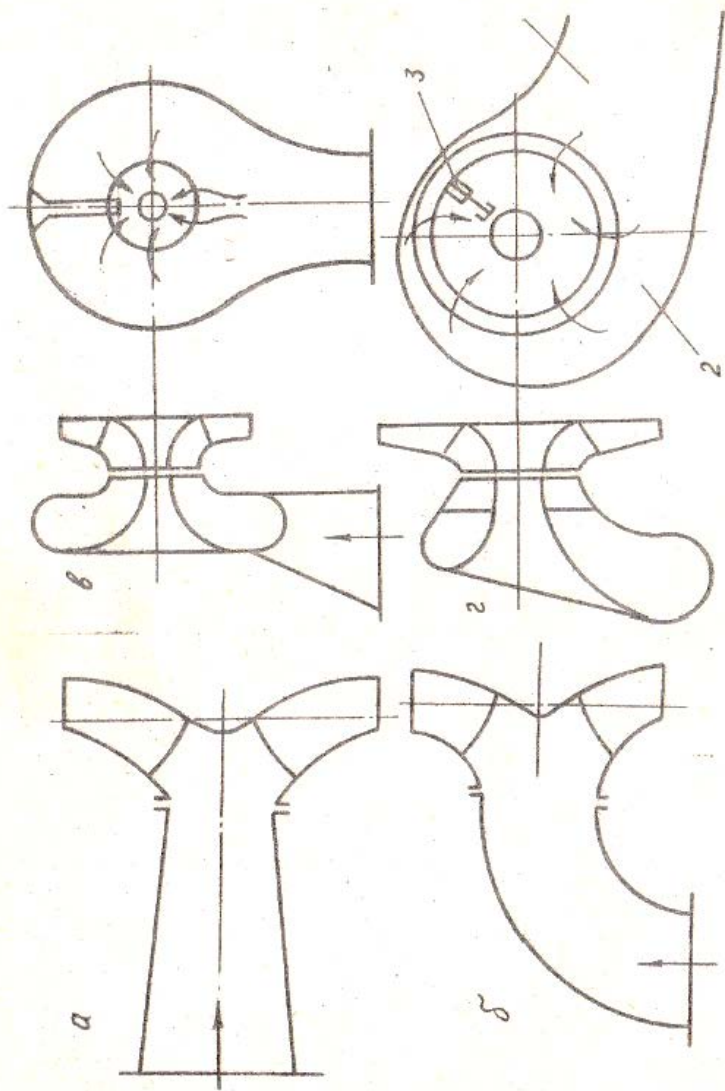


Рис. 10. Типы подволов: конфузоры с прямой (а) и искривленной (б) осями, кольцевой (в), спиральный (г).

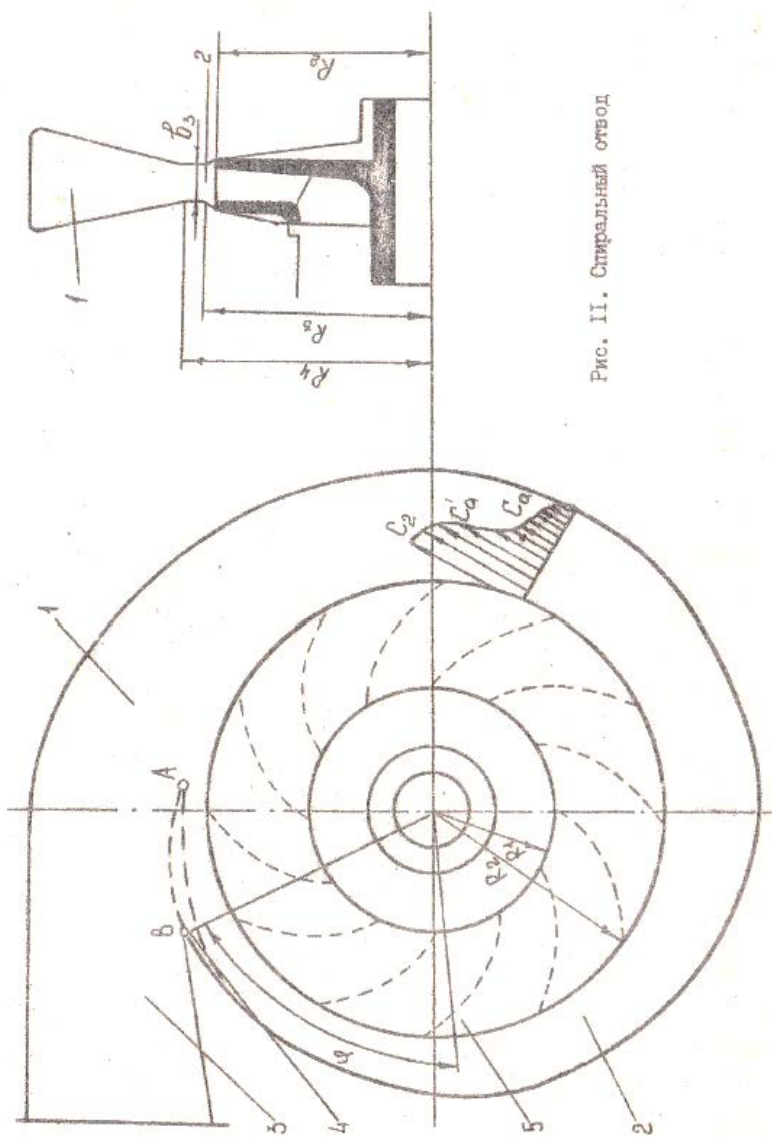


Рис. 11. Спиральный отвод

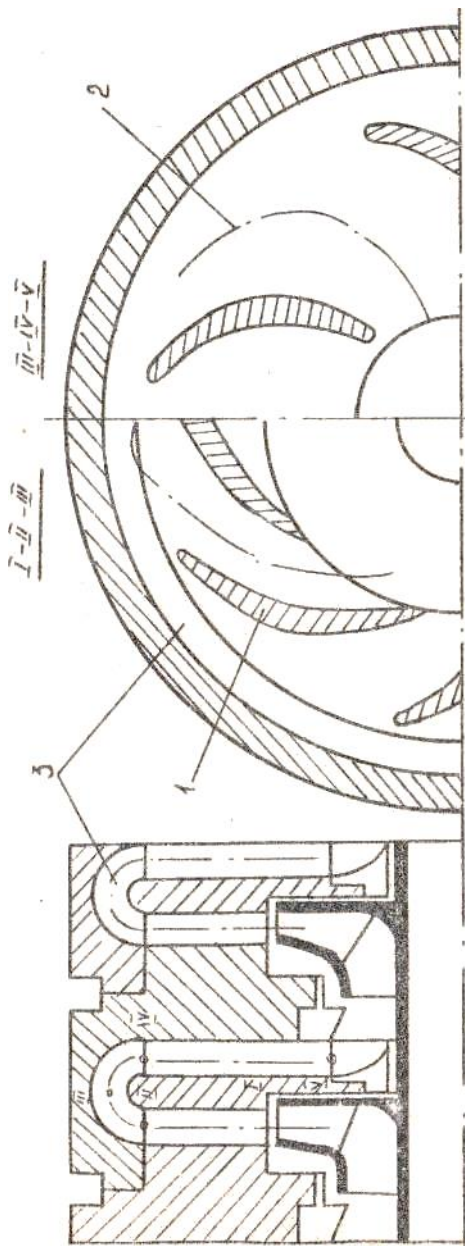


Рис. 12. Лопаточный направляющий аппарат

скорости за счет диффузорного эффекта решетки.

Аппараты с канальными диффузорами (рис. 13) более компактны, поэтому получили преимущественное распространение в насосах. Каналы тоже оборудованы лопастями, но утолщенными к выходу, в результате чего каналы I на выходе прямолинейны, что уменьшает концевые потери. Отводящие каналы переходят далее в обратные каналы, составляя с ним единые каналы сплошной формы. Сечение каналов направляющего аппарата увеличивается сначала от рабочего колеса к периферии, а затем от периферии к следующему рабочему колесу. Спиральная часть канала, а целях обеспечения возможности механической обработки, выполняется постоянной ширины. Диффузор делается прямоугольного сечения с конусностью в одной или двух взаимно перпендикулярных плоскостях, с прямолинейной или искривленной осью. Для обеспечения установившегося движения жидкости в рабочем колесе поток в спиральной части каналов направляющего аппарата, аналогично потоку в спиральном отводе, должен быть осесимметричным. Для этого контур лопаток направляющего аппарата должен следовать линии тока свободного движения и очерчиваться по логарифмической спирали.

Лопаточные отвода применяются в основном в многоступенчатых насосах. Они обеспечивают компактную конструкцию насоса, значительно уменьшая его габариты, в особенности осевой размер.

Уплотнения служат для уменьшения утечек в местах выхода вала из корпуса, внутренних утечек между всасывающей и нагнетательной сторонами рабочего колеса, а также для предотвращения утечек между секциями корпуса в многоступенчатых насосах.

Для уплотнения вала насоса в местах выхода его из корпуса предусматриваются концевые уплотнения, основное назначение которых состоит в предотвращении утечек перекачиваемой жидкости из насоса; в недопущении попадания воздуха в насос при работе последнего с разряжением на входе.

Концевые уплотнения могут быть разделены на 3 группы: уплотнения с мягкой сальниковой набивкой; уплотнения щелевого типа; торцовые уплотнения.

Сальниковая набивка является наиболее простой с точки зрения конструктивного исполнения и обслуживания, а поэтому является самым распространенным типом уплотнения в насосах общего назначения.

Набивку для сальников чаще всего делают в виде шнуров квадратного сечения, выполненных из хлопчатой бумаги, пеньки, льна, асбеста. Набивку пропитывают смазкой из графита и технического жира

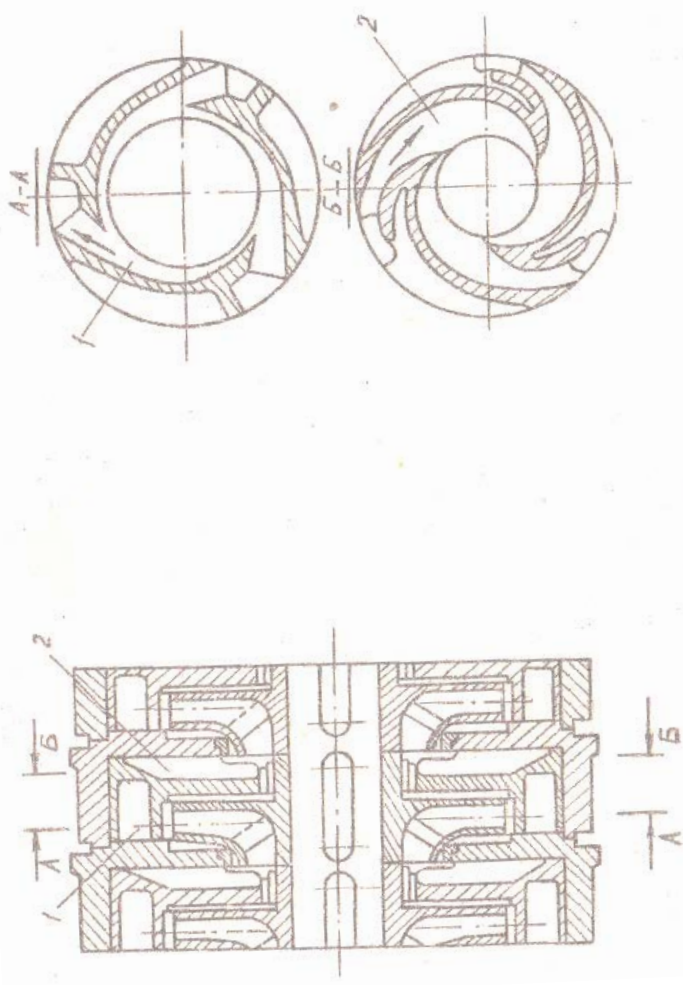


Рис. 13. Канальный направляющий аппарат

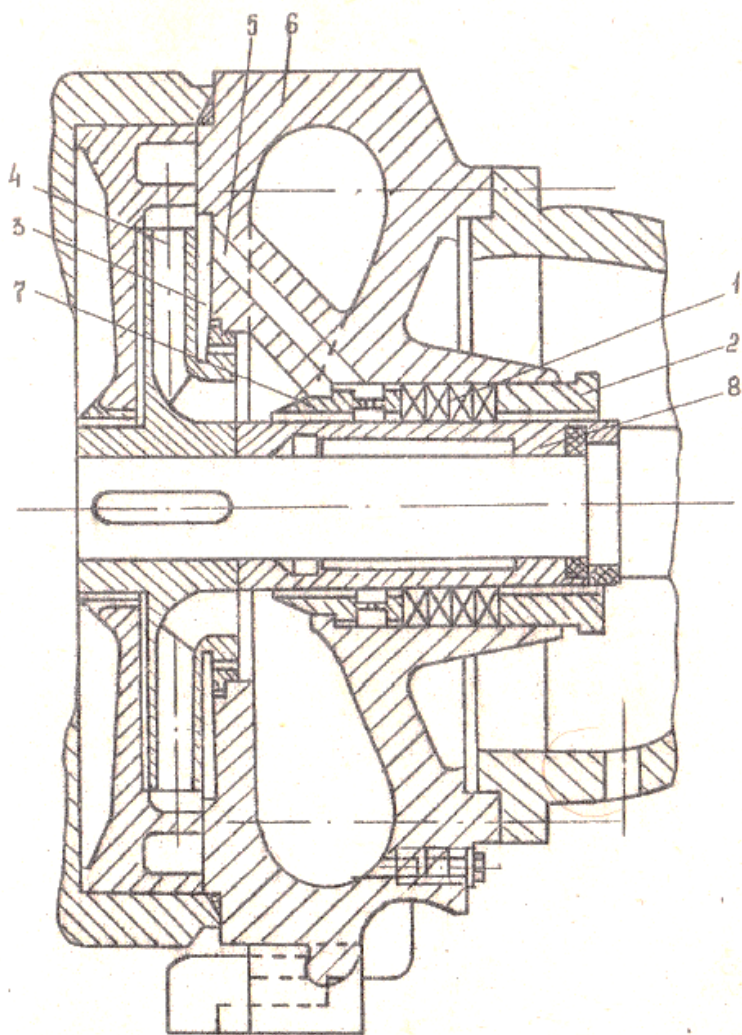


Рис. 14. Сальниковое уплотнение на всасывающей стороне насоса с гидрозатвором

или консистентной смазкой, воском с добавкой порошковых металлов, а также различными резиновыми смесями и синтетическими смолами.

В корпусе такого уплотнения (рис. 14) устанавливаются кольца из мягкой сальниковой набивки 1. В осевом направлении кольца сальника поджимаются нажимной втулкой 2; при этом набивка прижимается к валу, уплотняя его. Для обеспечения лучшего прилегания набивки к втулке вала опорные поверхности нажимной втулки и корпуса сальника выполнены со скосом под углом $5...10^\circ$ к вертикали.

Величина нажимного усилия на сальник должна быть минимальной, исходя из условий обеспечения требуемой герметичности. При правильной работе сальникового уплотнения через него должно протекать наружу некоторое количество жидкости, которая служит для смазки колец набивки и отвода части тепла, выделяющегося при трении. Как правило, через сальник должно просачиваться незначительное количество жидкости (измеряемое каплями). Слишком большая течь через сальник нежелательна не только из соображения эксплуатации, но и потому, что при этом вымывается графит или жир и волокнистый материал набивки остается без пропитки.

Перед установкой набивки необходимо проверить состояние вала и корпуса сальника и свести к минимуму возможные биения вала. Следует помнить, что биение и особенно вибрация вала часто является основной причиной выхода из строя сальниковых уплотнений. Главным недостатком сальниковых уплотнений является малый срок службы, необходимость постоянного ухода (подтяжка, перенабивка), непригодность для работы при окружных скоростях выше 30 м/с. В связи с этим в высокооборотных насосах нашли применение уплотнения щелевого типа. Принцип работы уплотнений заключается в дросселировании давления в цилиндрических щелях, промежуточном отборе и подводе запирающей жидкости. Эти уплотнения не могут удовлетворительно работать на жидкости с включением абразивных частиц, поэтому в насосах для водоотлива не нашли широкого применения.

В насосостроении находят все более широкое распространение так называемые торцовые уплотнения. На рис. 15 показано одно из таких уплотнений. В этом уплотнении пара трения состоит из неподвижного резинового кольца 1 и фасонного металлического кольца 2. Поддержание необходимого натяга уплотнения достигается пружиной 3 и отчасти внутренним эластичным кольцом 4.

По сравнению с сальниковыми они имеют следующие преимущества: могут нормально работать даже при повышенной вибрации ротора; имеют большую долговечность; не требуют постоянного ухода; могут

применяться для более широких диапазонов давлений и окружных скоростей.

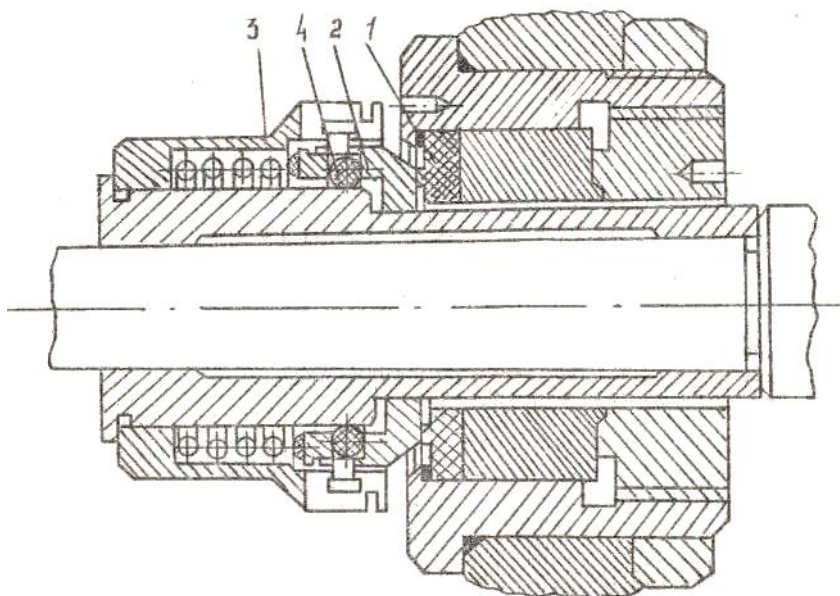


Рис. 15. Торцовое уплотнение

Существенным недостатком этих уплотнений является необходимость особо тщательного их изготовления, поэтому в насосах для шахтного водоотлива они не нашли применения.

Каждая ступень многоступенчатого насоса имеет в своем составе два уплотнения: переднее уплотнение рабочего колеса и межступенное уплотнение. Переднее уплотнение выполняется следующим образом. В корпусных деталях насоса устанавливаются неподвижные уплотнительные кольца. Между уплотнительными поясками рабочих колес и кольцами образуется цилиндрическая кольцевая щель, в которой происходит дросселирование давления протекающей жидкости (рис. 19, позиция 8).

Меньшие протечки дают лабиринтные уплотнения, но они сложнее.

Междуступенные уплотнения аналогичны передним и выполняются, как правило, щелевыми.

Стенки уплотнений подвержены довольно интенсивному износу. Увеличение зазора происходит за счет щелевой кавитации, быстрого движения жидкости и наличия в перекачиваемой жидкости небольшого

количества абразивных частиц. С учетом этого уплотнения большей частью выполняют со съемными кольцами, которые винтами крепятся к корпусным деталям. Аналогичным образом устанавливаются кольца межступенных уплотнений.

Материал уплотнительных колец должен обладать хорошей эрозионной и коррозионной стойкостью и стойкостью против задиранья в паре с материалом рабочего колеса. Уплотнительные кольца могут быть изготовлены из чугуна, термообработанной стали, бронзы, углеродистой и нержавеющей стали.

Гидравлический затвор препятствует проникновению воздуха их атмосферы в насос. На рис. 14 показано сальниковое уплотнение на всасывающей стороне насоса с гидрозатвором. Для образования гидравлического уплотнения из передней пазухи 3, первого рабочего колеса 4 через отверстие 5 в крышке всасывания 6 вода подается во втулку 7 гидрозатвора через выточку и отверстие в ней, заполняет полость гидрозатвора, образованную рубашкой вала и расточной втулки гидрозатвора.

Надобность в гидрозатворе сальника на нагнетательной стороне насоса отпадает. Исключения составляют насосы, предназначенные для перекачивания гидросмеси. В этих насосах применяются гидрозатворы с двух сторон, в которые подается чистая вода от постороннего источника. Этим исключается попадание гидросмеси в сальниковое уплотнение, что вызвало бы интенсивный износ вала в месте его прохода через сальник.

Разгрузочное устройство лопастных машин. В лопастных машинах неизбежны осевые усилия, действующие по оси ротора в сторону входа текучего в машину. В центробежных насосах осевое усилие настолько велико (до нескольких тонн), что его уравнивание представляет сложную задачу.

Физическая природа осевого усилия может быть установлена из схемы рабочего колеса и эпюры давлений, действующих на обе стороны колеса (рис. 16). Благодаря вращению жидкости давление P_2 изменяется вдоль радиуса по параболическому закону. В области от R_2 до R_y давления слева P_A и справа P_B равны (уравниваются), а в пределах от R_y (радиус уплотнительного кольца) до R_b (радиус вала) давление слева, равное давлению у входа в рабочее колесо, меньше давления справа.

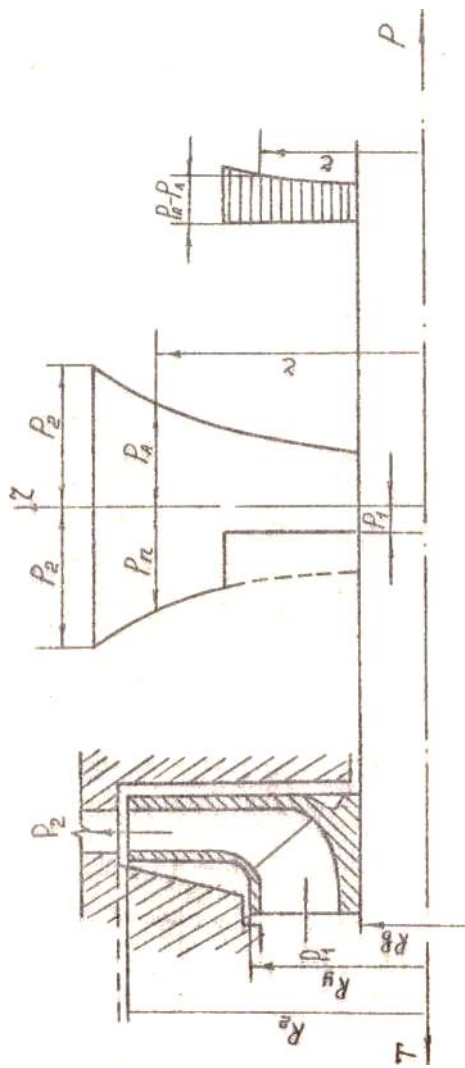


Рис. 16. Эпюра давлений на стенке рабочего колеса

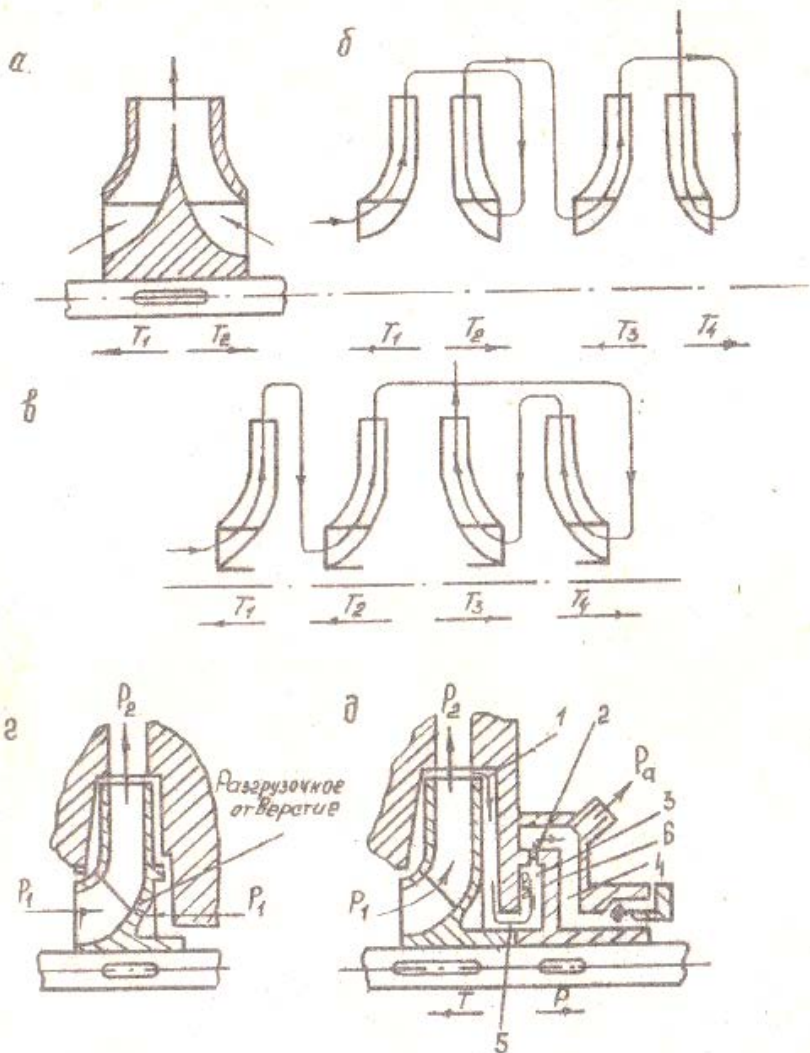


Рис. 17. Способы уравнивания осевого усилия

Вследствие этой разности давлений возникает осевое усилие T которое стремится сместить колесо с вала в сторону всасывания.

Осевое усилие может быть уравновешено различными способами: применением рабочих колес двухстороннего всасывания (рис. 9, б и 17, а), симметричным парным (рис. 17, б) или групповым (рис. 17, в) расположением рабочих колес, разгрузочными отверстиями (рис. 17, г), разгрузочным диском (рис. 17, д) и упорными подшипниками.

У рабочих колес двухстороннего всасывания и при симметричном расположении колес полного уравновешивания осевого усилия не достигается (неточное изготовление или неодинаковый износ уплотнений). Поэтому необходимо дополнительно ставить упорные подшипники, предотвращающие осевые смещения валов.

Довольно просто уравновешивание достигается сверлением нескольких отверстий (обычно от четырех до восьми) в заднем диске рабочего колеса (17, г), а для предотвращения при этом больших утечек ставят уплотнительное кольцо. В задней полости благодаря отверстиям создается давление, примерно равное P_1 , Этим достигается почти полное уравновешивание. Недостатками этого способа являются большие утечки жидкости и снижение КПД.

Полное уравновешивание осевого усилия достигается с помощью разгрузочного диска (гидравлической пяты), рис. 17, д. Разгрузочный диск б насажен на вал, и к нему подводится жидкость под высоким давлением (от последнего рабочего колеса) через заднюю полость I рабочего колеса, зазор б и переднюю полость камеры 3. Так как давление в полости 3 высокое, а в полости 4 - низкое, будет происходить перетекание жидкости через зазор 2 в полость 4. Эту жидкость необходимо отводить в колодец или во всасывающую трубу (в некоторых конструкциях, как уже отмечалось, жидкость отводится к гидрозатвору), иначе давление в полостях 3 и 4 быстро выравнивается и устройство перестает действовать. Жидкость, попав в полость 3, стремится сдвинуть разгрузочный диск и тем самым компенсирует осевое усилие. При увеличении осевого усилия вал вместе с диском сдвигается в сторону всасывания. При этом зазор в кольцевом уплотнении между диском и корпусом (зазор 2) уменьшается, давление в камере 3 - увеличивается, а следовательно, увеличивается сила, действующая на диск. Перемещение диска и увеличение силы будет происходить до того момента, пока не наступит равенство двух сил. И наоборот, при большом давлении в полости 3 разгрузочное усилие будет больше осевого. Разность усилий приведет к перемещению диска в противоположную сторону, к увеличению зазора 2, пока опять не наступит равновесие.

Корпус объединяет все неподвижные детали насоса в один общий узел - статор. Он выполняется из двух основных конструктивных форм (секционной или с горизонтальным разъемом).

Секционный корпус состоит из нескольких одинаковых основных и двух замыкающих секций, несущих всасывающий и напорный патрубки.

Последняя ступень давления обычно размещается в замыкающей секции, несущей напорный патрубок насоса. Каждая секция представляет собой цилиндрическую, литую из чугуна или стали толстостенную оболочку, включающую разделительную диафрагму, а также направляющий аппарат.

Большим достоинством секционной конструкции корпуса является возможность создания из одинаковых секций насосов с различным числом ступеней (от 2 до 10) а, следовательно, получение различных напоров. При этом изменяются только размеры вала, стяжных болтов и плиты.

Недостатками секционной конструкции корпуса являются сложность монтажа и малая доступность рабочих колес для осмотра.

Для осмотра и ремонта колес секционного насоса необходимо удалить стяжные болты и последовательно снять все секции при одновременной разборке ротора.

Корпус с горизонтальным разъемом состоит из двух цельнолитых (из чугуна или стали) половин, из которых нижняя несет всасывающий и напорный патрубки; Последнее, впрочем, не обязательно, хотя и создает большое удобство при разборке и ремонте насоса.

У насосов такого типа каналы проточной части (подвод и отвод) выполняются непосредственно в отливке корпуса. Это позволяет придать им форму, наиболее благоприятную в гидродинамическом отношении. Однако требования к точности размеров отливки и к качеству (шероховатости) поверхности каналов проточной части должны быть высоки.

Технологические трудности получения в отливке проточной части многоступенчатых насосов точных размеров и высокой степени чистоты поверхности каналов делают во многих случаях целесообразным выполнение элементов проточной части корпуса в форме отдельных деталей: направляющего аппарата и обратного канала. Такое конструктивное исполнение позволяет обеспечить точность размеров и чистоту поверхности механической обработкой. Одновременно возможно дифференцированное применение материалов.

Материал для корпусов насосов выбирается из соображений прочности и коррозионной стойкости. Наиболее распространенным материалом является чугун или углеродистая сталь. Значительными

достоинствами в качестве материала для корпусов насосов обладает модифицированный чугу́н, имеющий более высокие механические свойства при относительно простой технологии производства.

Вал насоса является весьма ответственной деталью; при высокой частоте вращения он подвергается действию больших поперечных сил. При расчете вала на прочность и жесткость учитываются следующие внешние нагрузки: передаваемый от двигателя крутящий момент, собственный вес вала и посаженных на него деталей, поперечные силы, обуславливаемые несимметричными подводом и отводом жидкости и неточностью балансировки колес.

Валы изготавливаются из проката или поковок. В том и другом случае выполняется механическая обработка. Материалом для валов служат углеродистая конструкционная и специальная легированная стали.

Вал с посаженными на него деталями носит название ротора насоса. Роторы центробежных насосов балансируют, причем у мелких насосов производится статическая, а у крупных статическая и динамическая балансировка.

Основное назначение втулок - предохранить вал от коррозии, эрозии и износа. Существует большое разнообразие втулок по назначению и конструктивным признакам. Наиболее ответственными являются втулки вала в зоне концевых уплотнений насоса. В зависимости от типа уплотнения меняется и назначение втулок.

Например, при мягких сальниковых уплотнениях втулки служат для предупреждения износа вала набивки. Выполняются такие втулки с гладкой, твердой, цилиндрической поверхностью, обработанной с высокой степенью чистоты.

Втулки на валу фиксируются шпонками. В осевом направлении они зажимаются гайками вала. Для предотвращения протечек жидкости под втулкой предусматриваются специальные уплотнения.

Материал втулок выбирается в зависимости от их назначения. Для повышения износостойкости втулок из обычных материалов применяются: поверхностная металлизация (азотирование, борирование и т.д.); упрочнение (накатка роликом и др.) или наплавка твердым сплавом (стеллитом, сормайтотом). Одним из простых способов является хромирование гальваническим способом с нанесением слоя толщиной 0,2 мм. В корытообразных кронштейнах корпуса насоса устанавливаются подшипники. При сборке насоса подшипники регулировочными винтами могут перемещаться в плоскости, перпендикулярной оси насоса. После того как ротор займет нужное положение, подшипники фиксируются штифтом.

Для малых и средних насосов в качестве радиальных опор приме-

няются шарико- и роликоподшипники. Смазка этих подшипников либо консистентная, либо жидкая с помощью смазочных колец.

При больших окружных скоростях работоспособность шарикоподшипников резко снижается. Поэтому в крупных насосах в качестве радиальных опор часто применяются подшипники скольжения, которые при правильной установке и эксплуатации имеют практически неограниченный срок службы.

Крупные насосы большой подачи выполняются с подшипниками скольжения. В одних случаях применяется смазка с помощью колец, висящих свободно на валу и поднимающих масло на вал из ванн в корпусе подшипника; в других случаях масло подается в подшипники при помощи насоса.

В качестве примера рассмотрим конструкции трех основных типов центробежных насосов: консольного, спирального с горизонтальным разъемом и секционного.

4.2. Особенности конструкций центробежных насосов серии К, Д, ЦНС

4.2.1. Консольный насос состоит из следующих основных элементов: рабочего колеса, подводящего патрубка, спирального корпуса, сальникового уплотнения, гидравлического затвора, вала, опорного кронштейна, подшипников, втулки, стяжных и крепежных деталей.

На рис. 18 представлен продольный разрез консольного насоса 4К-8.

Рабочее колесо 4 (закрытой конструкции, одностороннего всасывания, чугунное) посажено на вал II на шпонке и закреплено гайкой 5 с левой резьбой. В коренном диске рабочего колеса имеются отверстия и уплотнительное кольцо для уравнивания осевой силы.

Подвод выполнен в виде конического подводящего патрубка (конфузора) 2 с прямой осью.

Отвод - спирального типа, состоит из спирального канала грушевидного сечения и диффузора. Спиральный канал является внутренней полостью чугунного корпуса 6, который отлит заодно с напорным патрубком, выполняющим роль диффузора. В верхней и нижней частях корпуса имеются отверстия, закрытые пробками. Верхнее предназначено для выпуска воздуха при заливке насоса

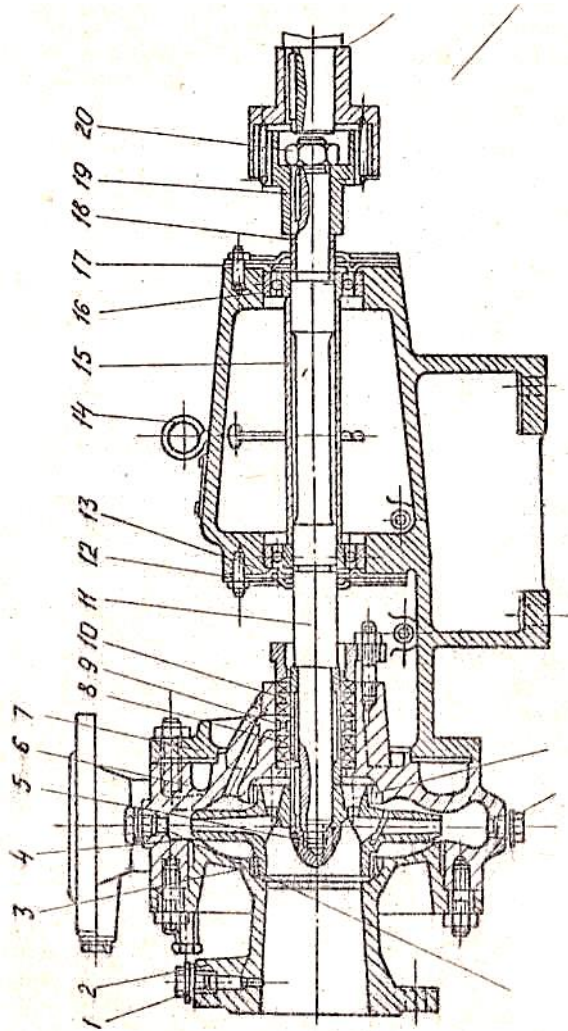


Рис. 18. Консольный насос 4Н-8

перед пуском, нижнее - для слива перекачиваемой жидкости при осмотре и ремонте.

Подводящий патрубок (подвод) отлит заодно с крышкой корпуса и обеспечивает осевой вход жидкости в рабочее колесо. Уже отмечалось, что такой тип подвода обеспечивает протекание потока в канале с минимальными гидравлическими потерями и является лучшим типом подводов. Пробка I на фланце подводящего патрубка закрывает отверстие для заливки насоса перед пуском.

На выходе вала из спирального корпуса установлено сальниковое уплотнение 8 с гидрозатвором.

Сальниковая набивка представляет собой пропитанную плетеную хлопчатобумажную набивку ЖП 10x10x173 (ГОСТ 5192-66). Гидрозатвор осуществляется подачей воды из задней пазухи рабочего колеса через отверстие в спиральном корпусе к кольцу 9. Кольцо имеет выточки и отверстия, через которые вода поступает к защитной втулке 10. При работе насоса в полости, образованной поверхностью защитной втулки и расточкой кольца сальника, образуется жидкостное кольцо, препятствующее просачиванию воздуха на вход в рабочее колесо через сальник и нагрузочные отверстия. Просачиваясь в зазор между сальниковой набивкой и защитной втулкой, вода охлаждает их. Поэтому чрезмерная затяжка сальника недопустима, так как может вызвать сгорание сальниковой набивки и преждевременный износ защитной втулки.

В корпусе и кринке по плотной посадке установлены чугунные уплотняющие кольца 3 для предупреждения износа корпусных деталей и уменьшения объемных потерь.

Два шарикоподшипника 16, установленные в подшипниковой камере кронштейна 7, служат опорами вала и воспринимают оставшуюся неуравновешенную часть осевой силы. Внутренние кольца подшипников зажаты между гайкой 20 и заплечиком вала через полумуфту 19, распорную втулку 18 и распорную трубку 15, а возможное перемещение ротора вместе с подшипниками ограничено (с зазором $0,1 \div 0,47$ мм) упорными крышками 13.

Для смазки подшипников применяется жидкая смазка. Уровень масла контролируется масломером 14. Масляная ванна подшипников герметизирована уплотняющими кольцами и отражателями, установленными в крышках 17 кроштейнов. Кроме того, по торцовым плоскостям крышек и камер подшипников имеются прокладки 12.

Вал насоса соединен с валом электродвигателя с помощью упругой муфты.

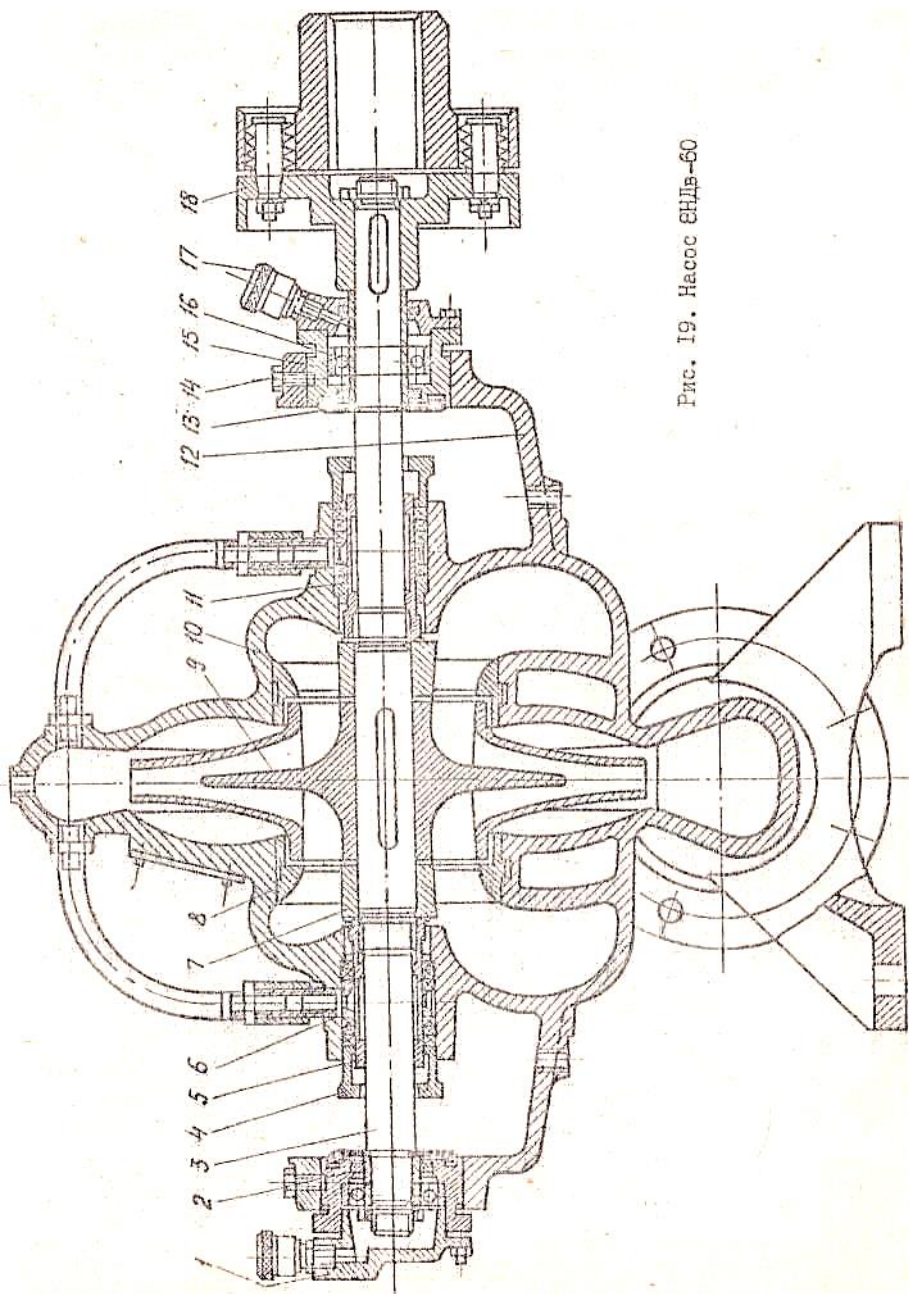


Рис. 19. Насос ЕНДв-60

Центробежные консольные насосы обладают рядом достоинств: относительно малой массой, габаритными размерами, облегчающими их транспортировку по горным выработкам, свободным доступом к рабочему колесу, что повышает ремонтноспособность насоса, простой конструкцией и относительно низкой стоимостью. Насосы типа К выпускаются 19 типоразмеров.

В шахтных условиях применяются насосы 2К-6, 3К-6, 4К-6, 4К-8.

4.2.2. Насосы типа Д предназначены для перекачивания чистой неагрессивной воды температурой до 100°С. В качестве примера рассмотрим конструкцию насоса 8 НДв - 60, представленного на рис. 19. Рабочее колесо 9 двухстороннего всасывания посажено на валу 3 по скользящей посадке на шпонке и зажато с двух сторон защитными втулками 5 с левой и правой резьбой через проставки 7.

Подвод и отвод спирального типа выполнены в корпусе. Корпус с горизонтальным разъемом в плоскости, проходящей по оси вала, состоит из двух цельнолитых половин (чугун СЧ—18—36). Нижняя половина 12, входной и напорный патрубки представляют собой литую деталь. В этой части корпуса имеются резьбовые отверстия, закрытые пробками, для слива воды и кронштейны с лапами для крепления насоса на фундаменте.

Верхняя часть корпуса 10, называемая крышкой, крепится к нижней болтами. В верхней части имеется закрытое пробкой резьбовое отверстие, которое служит для заливки насоса перед пуском.

Благодаря расположению подводящего и напорного патрубка в нижней половине корпуса (под углом 180° друг к другу) имеется возможность производить вскрытие насоса и ремонт ротора без демонтажа подводящего и напорного трубопроводов и снятия насоса с фундамента.

Вал насоса опирается на подшипники 16, заключенные в чугунных корпусах 15. Крышки I крепят подшипники к кронштейнам корпуса 12. От проворачивания в кронштейне корпус подшипника удерживается винтом 14. К крышке подшипника устанавливается пресс-тавотница 17 для смазки подшипника.

Для предупреждения вытекания смазки в корпусе и крышке подшипника размещено уплотнение 2. Отбойные кольца 13 предохраняют подшипники от попадания воды, вытекающей из сальника.

Рабочее колесо уплотняется в корпусе насоса и крышке чугунными уплотняющими кольцами 8, установленными в корпусе и крышке по скользящей посадке. Нормальный зазор между уплотняющими кольцами и поясками рабочего колеса составляет 0,2 - 0,25 мм на сторону.

При неравномерном износе уплотняющих колес на роторе возникает неуравновешенная осевая сила, которая может вызвать поломку

подшипника, что, с одной стороны, представляет повышенные требования к очистке перекачиваемой воды от механических примесей, а с другой - требует систематического контроля состояния уплотняющих колец и зазора в уплотнении.

Выход вала из корпуса уплотняется сальниковым уплотнением с гидрозатвором.

Сальниковая набивка, выполненная из плетеного хлопчатобумажного шнура, поджимается чугунной крышкой 4. Грундбоксы II предохраняют корпус от преждевременного износа.

Гидрозатвор осуществляется подачей воды из напорной полости крышки насоса по трубкам к кольцам 6. Кольца имеют расточку и отверстия, через которые вода проходит к поверхности защитной втулки. При работе насоса вода, вращаясь вместе с защитной втулкой, образует в полости сальника гидравлическое кольцо, препятствующее проникновению воздуха через сальник. Кроме того, просачиваясь в зазор между защитной втулкой и кольцами сальниковой набивки, вода охлаждает сальник.

Привод насоса от электродвигателя осуществляется через втулочно-пальцевую муфту. Ведомая полумуфта 18 установлена на валу насоса на шпонке.

4.2.3. Насосы центробежные секционные предназначены, главным образом, для откачки нейтральной воды в горно-рудной промышленности с содержанием механических примесей не более 0,2% по весу при размере твердых частиц не более 0,2 мм. Для примера рассмотрим конструкцию насоса ЦНС-300-120...600 (рис. 20).

Насос имеет от 2 до 10 рабочих колес 8 закрытой конструкции одностороннего всасывания, выполненных из чугуна СЧ 21-40.

Подвод спирального типа выполнен в крышке всасывания насоса 13. Отвод представляет собой направляющий аппарат канального типа.

Рабочие колеса 8 посажены на вал 2. Кроме этого, на валу посажены: кольцо 16, защитная рубашка 16, дистанционная втулка 5, гидравлическая пята 4. Все перечисленные детали стягиваются на валу гайкой 3 и образуют ротор насоса. Правильность установки ротора проверяется по контрольной риске, которая ставится на специальной гайке 19 заподлицо с крышкой подшипника со стороны муфты.

Статор (корпус насоса) включает: крышку всасывания 13, крышку нагнетания 6, секции 9 с направляющими аппаратами 7, кронштейны передний 17 и задний I.

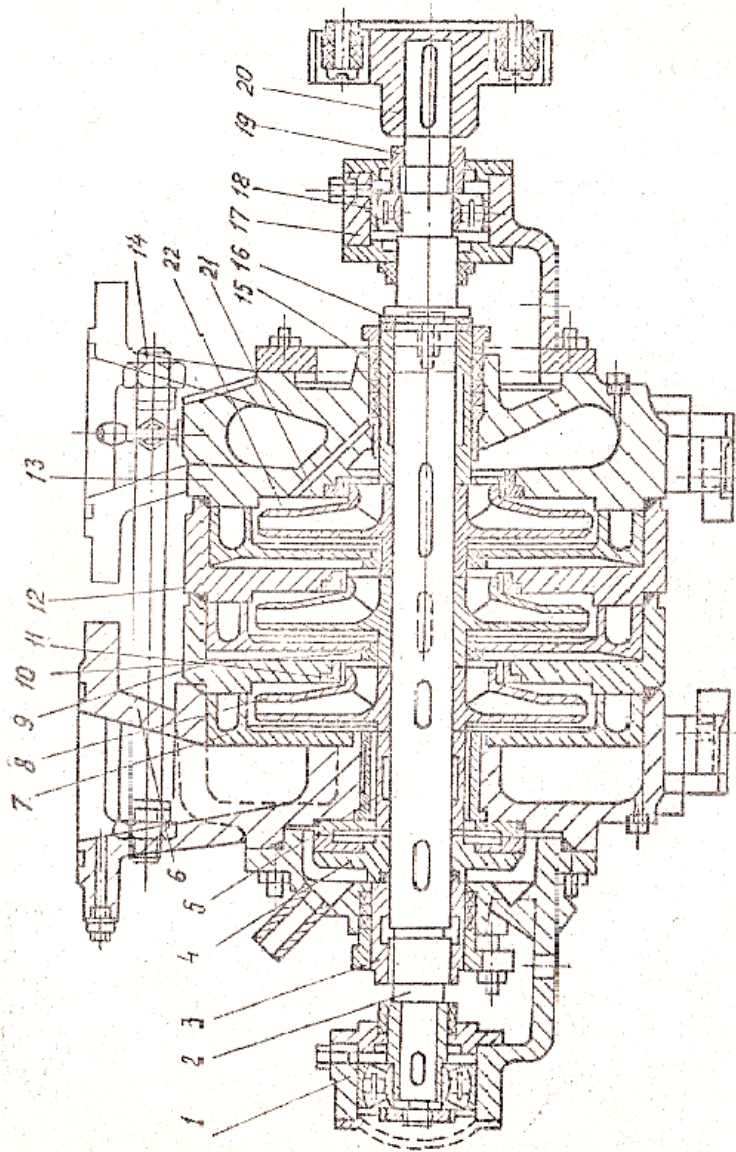


Рис. 20. Насос ЦНС 300-120...600

В этих кронштейнах по скользящей посадке установлены два радиальных сферических роликоподшипника 18, что позволяет перемещаться ротору в осевом направлении.

Крышки всасывания, нагнетания и секции стягиваются стяжными шпильками 14. Стыки секций уплотняются резиновыми шнурами 12.

Места выхода вала насоса из корпуса уплотняются сальниковой набивкой, пропитанной антифрикционным составом. Для насосов этого типа набивка выполняется многослойная плетеная ПП16,ГОСТ 5152-66. Кольца набивки устанавливаются с относительным смещением зазоров на 120°. Крале сальникового уплотнения в месте выхода вала из корпуса насоса со стороны всасывания устанавливается гидравлическое уплотнение (гидрозатвор), исключающее засасывание воздуха через сальник. Вода под давлением, созданным первым рабочим колесом, через отверстие в крышке всасывания подводится к втулке гидрозатвора.

Внутренние уплотнения насосов - щелевые, образованы поясами рабочих колес и уплотняющими чугунными кольцами 10, II. Внутренние поверхности уплотняющих колец и пояски рабочих колес закалены до твердости соответственно *HRC 30...35* и *HRC 35...40*.

Для уравнивания осевого усилия применяется гидравлическое разгрузочное устройство. С целью повышения износостойкости гидравлическая пята 4, изготовленная из стали Ст.5, снабжена кольцом из стали 40х13, Кроме того, кольца гидропята, гидропята и дистанционная втулка 5 закалены до твердости *HRC 30...35*.

Принцип действия гидравлического разгрузочного устройства описан выше.

Насосы приводятся во вращение электродвигателем через упругую втулочно-пальцевую муфту. Направленно вращения - правое, по часовой стрелке со стороны электродвигателя, Полумуфта 20 на валу насоса посажена по напряженной посадке до упора в заплечик вала.

Для безопасности обслуживающего персонала муфта защищена кожухом, Работа без кожуха запрещается.

Вопросы для самопроверки

1. Каково назначение подвода и отвода?
2. Каково назначение уплотнения со стороны переднего и заднего дисков рабочего колеса?
3. Что произойдет, если засорится гидрозатвор?
4. Почему происходит повышенный износ съемных колец на разгрузочном диске?

5. Как осуществляется разгрузка осевого усилия в насосах типа К, Д и ЦНС? Покажите на насосе эти устройства.
6. Каково назначение сальниковой набивки?
7. Как маркируются центробежные насосы?
8. Перечислите и покажите на насосе все виды уплотнений, применяемых в центробежных насосах.
9. Из чего изготовлена и чем пропитана сальниковая набивка?
10. Зачем необходимо просачивание жидкости через сальниковую набивку?
11. Каково назначение отверстий в заднем диске рабочего колеса насоса типа К?
12. Какова причина возникновения осевого усилия в центробежных насосах?
13. Каково назначение направляющего аппарата в насосе типа ЦНС?
14. Перечислите основные элементы рабочего колеса.
15. Покажите движение жидкости по проточной части насосов.
16. Что достигается установлением рабочего колеса двухстороннего всасывания в насосах типа Д?
17. Назовите типы направляющих аппаратов в насосе типа ЦНС.
18. Перечислите детали, посаженные на вал насоса.
19. Из чего состоит статор насоса?
20. Каково назначение гидрозатвора? Покажите его на насосе.
21. Как проверяется правильность установки ротора насоса?
22. Как крепятся рабочие колеса на вал?
23. Перечислите состав отвода и покажите его составные элементы на насосе.
24. Каково назначение верхнего и нижнего отверстий на корпусе насоса типа К, покажите их.
25. Каким образом осуществляется смазка подшипников насоса типа К?

Список рекомендуемой литературы

1. Гейер В.Г. Тимошенко Г.М. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки: Учеб. для вузов. - М.: Недра, 1987. - 270 с.
2. Бондаренко А.Д., Дулин В.С. Шахтные вентиляторы: Серия плакатов.- М.: Недра, 1982. - II листов.
3. Горохов Ю.Д., Раскин И.А., Иванов С.К. Новые конструкции вентиляторов местного проветривания и опыт их эксплуатации. - М.: ЦНИИЭИуголь, 1983. - 54 с.
4. Картавый Н.Г. Стационарные машины: Учеб. для вузов. - М.: Недра,

1981. - 327 с.

5. Методические указания к серии плакатов "Шахтные вентиляторы" / Дулин В.С., Бондаренко А.Д. - М.: УМК по горному образованию Минуглепрома СССР, 1982. - 55 с.
6. Методические указания по проектированию шахтных вентиляторных установок главного проветривания / Дулин В.С. - Донецк: ДНИ, 1986. 56 с.
7. Правила безопасности в угольных шахтах. – Донецк. : утв. приказом Министерства угля и энергетики ДНР №36/208 от 18.01.2016г. - 217 с.
8. Шахтные вентиляторные установки главного проветривания: Справочник / Бабак Г.А., Бочаров К.П., Волохов А.Т. и др. - М.: Недра, 1982. - 296 с.