

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра природообустройства,  
строительства и гидравлики

### **Б1.Б.18 ГИДРАВЛИКА**

Лабораторная работа по теме:  
«Изучение конструкций центробежных насосов»

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Направление подготовки  
35.03.06 Агроинженерия

Профиль подготовки:

Технические системы в агробизнесе

Технический сервис в агропромышленном комплексе

Технологическое оборудование для хранения и переработки  
сельскохозяйственной продукции

Уфа 2016

УДК 378.147.123: 621.65

ББК 74.58: 30.123

А 53

Рекомендовано к изданию методической комиссией механического факультета (протокол № 1 от 31 августа 2016 г.)

Составители: профессор Алмаев Р.А.  
доцент Галимов В.М.

Рецензент: профессор Юхин Г.П.

Ответственный за выпуск: и. о. заведующего кафедрой  
природообустройства, строительства и гидравлики  
доцент Хасанова Л.М.

Кафедра природообустройства, строительства и гидравлики

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

К насосам относят гидравлические машины, которые преобразуют механическую энергию приводного двигателя в гидравлическую энергию перекачиваемой жидкости.

В центробежных насосах указанное преобразование энергии осуществляется путём силового взаимодействия лопастей рабочего колеса с обтекающим их потоком жидкости.

Наибольшее распространение в сельском хозяйстве получили центробежные насосы консольного типа К и КМ, двусторонние типа Д, многоступенчатые секционные типа МС и ЦНС, скважинные (погружные) электронасосы типа ЭЦВ и ЭПН.

Основные конструктивные элементы центробежного насоса: корпус, рабочее колесо с лопатками, подвод и отвод.

Рабочее колесо с лопатками, воздействуя на жидкость, сообщает ей энергию. Рабочие колеса могут быть выполнены закрытыми (с двумя дисками), полуоткрытыми (с одним диском) и открытыми (без дисков); с односторонним или двусторонним входом жидкости; с лопастями, загнутыми назад, с радиальным выходом или загнутыми вперед.

Подвод (подводящий канал) осуществляет подачу жидкости к рабочему колесу. Он должен обеспечивать при входе в колесо осесимметричность потока жидкости с возможно более равномерным по сечению канала полем скоростей. Типы применяемых в насосах подводящих каналов: конфузторы с прямолинейной и криволинейной осью, кольцевые камеры, спиральные подводящие камеры, обратные каналы лопаточных отводов (в многоступенчатых насосах).

Отвод (отводящий канал) осуществляет сбор жидкости, выходящей из рабочего колеса, и подвод ее к выходному патрубку насоса. Он должен обеспечивать осесимметричность потока при выходе и преобразование кинетической энергии потока, выходящего из рабочего колеса, в энергию давления. Различают спиральные и лопаточные отводы. У первых (обычно применяется в одноступенчатых насосах) отвод состоит из спирального канала и диффузора.

Спиральный канал (выполняется в корпусе насоса) собирает жидкость, выходящую из рабочего колеса, и подводит ее к диффузору, где скорость потока уменьшается, и кинетическая энергия жидкости преобразуется в потенциальную энергию давления. Лопаточный отвод применяется в многоступенчатых насосах, имеет несколько профилированных каналов, каждый из которых состоит из спиральной части и диффузора.

## 2 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с конструкцией, принципом действия, параметрами и правилами эксплуатации центробежных насосов.

## 3 ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Насосные агрегаты с центробежными насосами различных типов, разрезы и конструктивные элементы насосов.

## 4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

С использованием учебных наглядных пособий и технической литературы изучается устройство и работа центробежных насосов: консольного, двустороннего входа, секционного и погружного.

В процессе выполнения работы следует:

- 1) изучить общее устройство и принцип действия рассматриваемого насоса;
- 2) уяснить конструкцию основных элементов насоса (рабочего колеса, подводящих и отводящих каналов);
- 3) ознакомиться с конструкцией применяемых в насосе подшипников и уплотнений;
- 4) ознакомиться с устройством механизма привода насоса;
- 5) провести сравнительный конструктивный анализ насосов различных типов, выявить особенности конструкции;
- 6) ознакомиться с техническими данными насосов;
- 7) изучить правила эксплуатации насосов.

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

5.1 При изучении конструкций насосов обратить внимание на особенности их конструкции:

- общую компоновку насоса;
- тип и конструкцию рабочего колеса;
- типы и устройство проточных каналов насоса (подводящих и отводящих);
- возможные пути утечки жидкости через зазоры применяемых уплотнений;
- способ уравнивания осевых нагрузок, действующих на рабочее колесо;
- соединения насоса с приводным двигателем.

5.2 При анализе технических данных насосов уяснить их рабочие параметры: диапазон подач и напоров, потребляемую мощность, к.п.д., высоту всасывания.

5.3 При ознакомлении с правилами эксплуатации насосов необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- порядок пуска насосов (необходимость предварительной заливки, положение задвижки на напорном трубопроводе);
- влияние температуры перекачиваемой жидкости на высоту установки насоса над уровнем воды;
- как осуществляется защита насоса от обратного потока жидкости при остановке насоса;
- правила технического обслуживания;
- основные неисправности насосов, способы их устранения.

## 6 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСОВ

### 6.1 Консольные насосы типа К и КМ

Предназначены для перекачивания воды и других жидкостей, сходных по вязкости и химической активности.

Рабочее колесо насоса - закрытого типа - расположено на консоли вала. Канал для подвода жидкости к насосу представляет собой прямоосный конфузор. Отводящий канал выполнен постепенно расширяющимся (спиральный отвод).

Принципиальная схема работы насоса представлена на рисунке 1, а его конструкция подробно рассмотрена в учебной литературе [2,4].

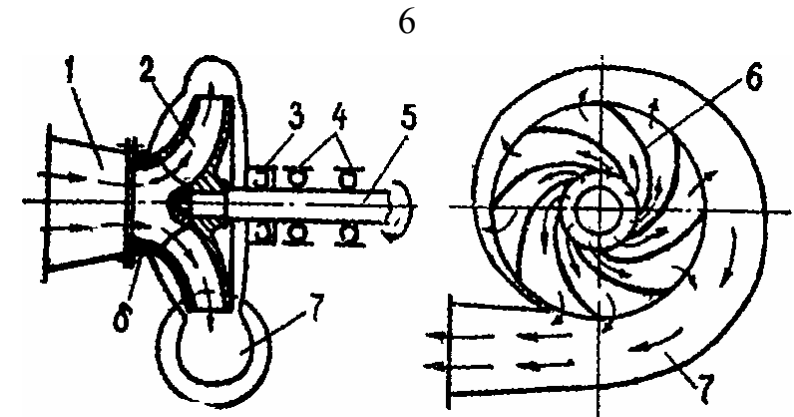


Рисунок 1 Принципиальная схема работы центробежного насоса  
1 — осевой подвод жидкости; 2 — рабочее колесо; 3 — уплотнение; 4 — шарикоподшипники; 5 — вал насоса; 6 — лопасть; 7 — спиральный отвод жидкости.

Уплотнение рабочего колеса насоса осуществляется с помощью сменных уплотнительных колец, обеспечивающих минимальный зазор между колесом и корпусом. Уплотнение вала рабочего колеса достигается мягкой сальниковой набивкой, которая во избежание подсоса воздуха снабжена гидравлическим затвором.

Разгрузка рабочего колеса от осевого усилия обеспечивается устройством на заднем диске уплотняющего зазора и выполнением разгрузочных отверстий на ступице.

Насосы типа К и КМ обеспечивают подачу 8,6...288 м<sup>3</sup>/ч, напор 10 ... 87 м. вод. ст.

### 6.2 Центробежные одноступенчатые насосы типа Д

Их отличительная особенность — наличие двустороннего подвода жидкости к рабочему колесу.

Симметричность конструкции рабочего колеса обеспечивает его уравнивание от действия осевых сил, действующих в противоположных направлениях. Подвод и отвод насоса спиральные.

Принципиальная схема работы насоса типа Д представлена на рисунке 2, его конструкция — на рисунке 3.

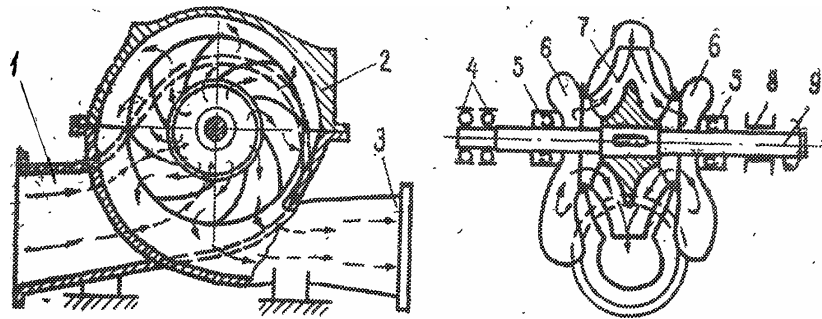
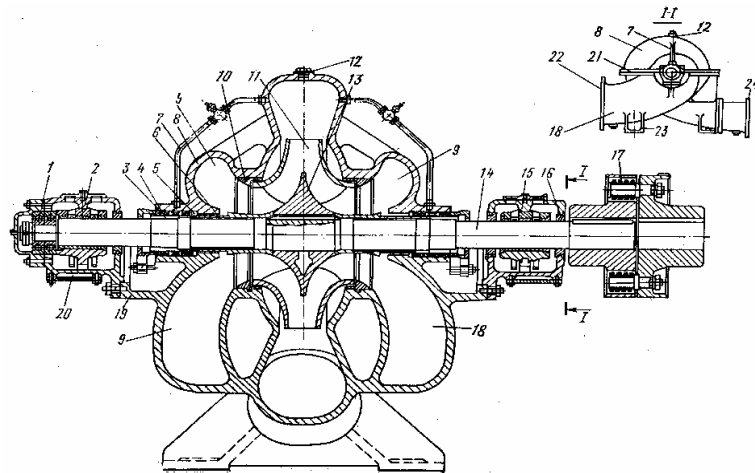


Рисунок 2 Схема работы насоса типа Д

1 – входной патрубок; 2 – крышка; 3 – корпус насоса с выходным патрубком; 4 – двухрядный шарикоподшипник; 5 – уплотнения; 6 – полость высокого давления; 7 – рабочее колесо двустороннего входа; 8 – опора вала; 9 – вал насоса.



Ри-

сунк 3 Центробежный насос с двусторонним входом

1 – радиально-упорный подшипник; 2, 15 – узлы подшипников скольжения; 3 – корпус сальника; 4 – гайка; 5 – грундбукса; 6 – защитно-упорная и резиновая втулки; 7 – трубка подачи жидкости к гидравлическому затвору; 8 – крышка корпуса насоса; 9 – камера спирального подвода жидкости к рабочему колесу; 10 – уплотняющее кольцо; 11 – рабочее колесо; 12 – отверстие для подключения вакуум-насоса; 13 – ступица рабочего колеса; 14 – вал; 16 – уплотнение; 17 – соединительный палец с эластичной втулкой; 18 – корпус насоса; 19 – кронштейн; 20 – камера подвода жидкости к подшипнику; 21 – плоскость разреза корпуса; 22, 24 – входной и напорный патрубки; 23 – опора.

Горизонтальный разъем корпуса, расположение входного и напорного патрубков в его нижней части упрощают доступ к конструктивным элементам и обслуживание насоса. Уплотнение рабочего колеса – лабиринтное двухщелевое. Для защиты вала от износа предусмотрены сменные втулки.

Выпускаемые промышленностью насосы обеспечивают подачу 160...12600 м<sup>3</sup>/ч, напор 15...93 м.

### 6.3. Многоступенчатые насосы типа ЦНС

В таких насосах на валу установлен ряд рабочих колес (по числу секций), проточные части которых соединены последовательно. Подвод рабочего колеса первой секции кольцевой, а остальных колес – осевой. Отводами рабочих колес всех секций являются направляющие аппараты.

Разъем корпуса поперечный (по отношению к валу); входная, промежуточные и напорные секции насоса стянуты болтами.

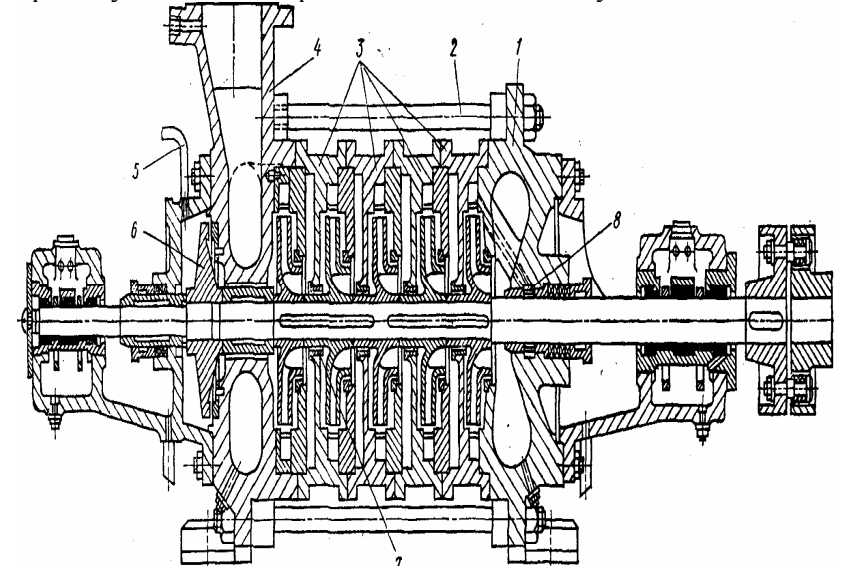


Рисунок 4 Секционный насос

1 – входная секция; 2 – стяжной болт; 3 – промежуточные секции; 4 – напорная секция; 5 – трубка для отвода жидкости от гидравлической пяты; 6 – гидравлическая пята; 7 – уплотнительное кольцо; 8 – гидравлический затвор.

Конструкция уплотнений такая же как в насосах типа К и Д.

Разгрузка рабочего колеса от осевого усилия осуществляется устройством гидравлической пяты. Жидкость, протекающая через зазор пяты, отводится по трубке во входную секцию насоса. Опоры вала - подшипники качения.

Секционный насос за счет применения лопаточных отводов имеет сравнительно небольшие габариты, более высокий гидравлический к.п.д.

Насосы типа ЦНС обеспечивают подачу 8...850 м<sup>3</sup>/час, напор 40...1900 м. вод. ст..

#### 6.4. Погружные центробежные электронасосы

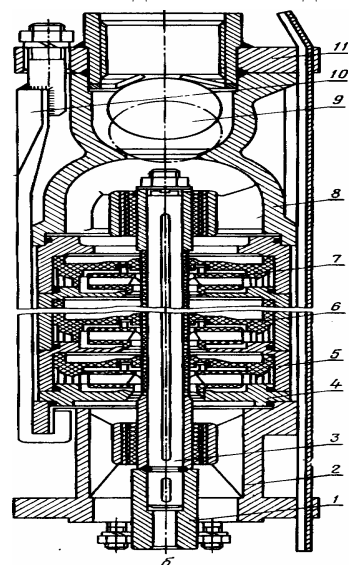
В погружных моноблочных центробежных насосных агрегатах электродвигатель и насос конструктивно представляют собой единый узел вертикального исполнения. Насос располагается в верхней части, впускная сетка для воды - в средней части, приводной двигатель - в нижней части.

Насос - многосекционный (рисунок 5). Его рабочие колеса соединены последовательно и снабжены лопаточными отводами (направляющими аппаратами). Отводы совместно с опорным фланцем и напорным патрубком составляют неподвижную часть насоса. Соединение неподвижных элементов насоса выполнено

с помощью стяжек.

Рабочие колеса установлены на валу на шпонках. В качестве подшипников вала используются резино - металлические подшипники скольжения. Для устранения утечек воды между секциями предусмотрена установка резиновых уплотнительных колец.

Рисунок 5 Погружной насос  
1 - соединительная муфта; 2 - ступица основания; 3 - вал; 4 - диск; 5 - обойма; 6 - направляющий аппарат; 7 - рабочее колесо; 8 - ступица верхнего подшипника; 9 - клапан; 10 - стяжка; 11 - головка.



Электродвигатель специального исполнения - асинхронный трехфазный с коротко замкнутым ротором. Соединение вала насоса с ротором электродвигателя осуществляется с помощью жесткой стальной муфты. Питающий кабель крепится к напорному трубопроводу скобами. Предусмотрено автоматическое управление электродвигателем в зависимости от уровня воды в приемном резервуаре с помощью станции управления.

Погружные насосные агрегаты предназначены для откачки чистой воды из артезианских скважин диаметром не менее 150 мм. Насос должен располагаться ниже динамического уровня воды в скважине на 3...5 м выше дна.

Погружные насосные агрегаты типа Г (Польша) снабжены датчиком зеркала воды, защищающими насос от работы «всухую». Отечественные погружные электронасосы типа ЭЦВ обеспечивает расход 1,6...670 м<sup>3</sup>/ч, напор 15 ... 650 м. вод. ст.

## 7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Поясните принцип действия центробежного насоса.
- 2) Назовите основные конструктивные элементы центробежного насоса.
- 3) Какие типы рабочих колес, подводов и отводов применяются в центробежных насосах?
- 4) Какие типы уплотнений применяются в центробежных насосах?
- 5) Укажите способы уравнивания рабочих колес от осевого усилия.
- 6) Каковы особенности конструкций насосов двустороннего всасывания и секционных насосов?
- 7) Назовите основные параметры центробежных насосов. От чего зависит подача, напор, высота всасывания насоса?
- 8) Каковы правила пуска и остановки насосного агрегата, его эксплуатации?

### Библиографический список

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст]: учебник /Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др.]. – М.: Альянс, 2011. – 423 с.
2. Исаев А.П. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебник /А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин.- М.: ИНФРА-М, 2015. - 419 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=464379p>.
3. Карелин В.Я, Насосы и насосные станции [Текст]: учебник для студ. вузов /В.Я. Карелин, А.В. Минаев.. – М.: Бастет, 2010 – 446 с.
4. Исаев А.П. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов [Текст]: учеб. пособие /А.П. Исаев, Б.И. Сергеев, В.А. Дидур. - М.: Агропромиздат, 1990. – 400 с.