Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

Свердловской области

«АРТИНСКИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ ТЕХНИКУМ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

#### ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**ОП.05 Основы гидравлики и теплотехники**

ОПОП СПО – ППССЗ 35.02.07 "Механизация сельского хозяйства"

**1. Общие положения**

1.1. К основным видам учебных занятий наряду с другими отнесены лабораторные работы и практические занятия. Направленные на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки учащихся.

Выполнение студентами лабораторных и практических работ направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин и МДК;

- на формирование умений применять полученные знания на практике;

- на развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- на выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

1.2. Дисциплины, МДК по которым планируются лабораторные работы и практические занятия, и их объемы определяются рабочими программами и учебными планами по специальностям.

1.3. При проведении лабораторных работ и практических занятий учебная группа может делиться на подгруппы численностью не менее восьми человек.

**2. Планирование лабораторных работ и практических занятий**

2.1. При планировании состава и содержания лабораторных работ и практических занятий следует исходить из того, что лабораторные работы и практические занятия имеют разные ведущие дидактические цели.

2.1.1. Ведущей дидактической целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей), поэтому они занимают преимущественное место при изучении дисциплин математического и общего естественнонаучного, общепрофессионального циклов и менее характерны для дисциплин специального цикла и профессиональных модулей.

2.1.2. Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений — профессиональных (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных (умений решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности по общепрофессиональным и специальным дисциплинам и профессиональным модулям; практические занятия занимают преимущественное место при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин и освоении профессиональных модулей.

2.2. По таким дисциплинам, как физическая культура, иностранный язык, МДК, дисциплинам с применением ПЭВМ все учебные занятия или большинство из них проводятся как практические, поскольку содержание дисциплин направлено в основном на формирование практических умений и их совершенствование.

2.3. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием лабораторных работ могут быть экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик, наблюдение развития явлений, процессов и др.

2.3.1. При выборе содержания и объема лабораторных работ следует исходить из сложности учебного материала для усвоения, из значимости изучаемых теоретических положений для предстоящей профессиональной деятельности, их значимости для формирования целостного представления о содержании учебной дисциплины.

2.3.2. При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей дидактической целью — подтверждением теоретических положений — в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

2.4. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием практических занятий являются решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных ситуаций, решение ситуационных производственных задач, выполнение профессиональных функций в деловых играх и т.п.), выполнение вычислений, расчетов, чертежей, работа с измерительными приборами, оборудованием, аппаратурой, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической и специальной документации и др.

2.4.1. При разработке содержания практических занятий следует учитывать, чтобы в совокупности по учебной дисциплине или МДК они охватывали весь круг профессиональных умений, на подготовку к которым ориентирована данная дисциплина, МДК, а в совокупности по всем учебным дисциплинам и модулям охватывали всю профессиональную деятельность, к которой готовится специалист.

2.4.2. На практических занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе курсового проектирования, учебной и производственной практики.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатываются способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

2.5. Содержание лабораторных работ и практических занятий фиксируется в рабочих учебных программах дисциплин в разделе «Содержание учебной дисциплины».

2.6. Состав заданий для лабораторной работы или практического занятия должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов. Количество часов, отводимых на лабораторные работы и практические занятия, фиксируется в тематических планах рабочих программ учебных дисциплин и модулей.

**3. Организация и проведение лабораторных работ**

**и практических занятий**

3.1. Лабораторная работа как вид учебного занятия должна проводиться в специально оборудованных учебных лабораториях. Продолжительность — не менее двух академических часов. Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

3.2. Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах, специально оборудованных помещениях, мастерских, полигонах.

Продолжительность занятия — не менее двух академических часов. Необходимыми структурными элементами практического занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также анализ и оценка степени освоения студентами запланированных навыков, умений.

3.3. Выполнению лабораторных работ и практических занятий предшествует проверка знаний студентов — их теоретической готовности к выполнению задания.

3.4. По каждой лабораторной работе и практическому занятию должны быть разработаны и утверждены методические указания по их проведению.

3.4.1. Работы, носящие репродуктивный характер, отличаются тем, что при их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

3.4.2. Работы, носящие частично поисковый характер, отличаются тем, что при их проведении студенты не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и требуют от студентов самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

3.4.3. Работы, носящие поисковый характер, характеризуются тем, что студенты должны решить новую для них проблему, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

При планировании лабораторных работ и практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

3.6. Формы организации студентов на лабораторных работах и практических занятиях: фронтальная, групповая и индивидуальная.

3.6.1. При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

3.6.2. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2—5 человек.

3.6.3. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

**4. Оформление лабораторных работ и практических занятий**

4.1. Структура оформления лабораторных работ и практических занятий по дисциплине, МДК определяется модульно-цикловыми комиссиями.

4.1.1. Тексты должны быть напечатаны 14 кеглем Times New Roman, через 1,5 интервала, поля страниц: верхнее, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см, абзацный отступ – 1,5 см (только текст).

4.2. Методические указания к проведению практической, лабораторной работы должны содержать:

- тему практической, лабораторной работы;

- цели и задачи практической, лабораторной работы;

- список материалов и оборудования, для проведения занятия;

- ход проведения работы;

- вывод о полученных результатах проведенной работы;

- список контрольных вопросов и заданий.

4.3. Оценки за выполнение лабораторных работ и практических занятий могут выставляться по пятибалльной системе или в форме зачета и учитываться как показатели текущей успеваемости студентов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела, темы, занятия | Кол-во часов |
| 1. | Лабораторная работа № 1. Определение потерь напора по длине трубы при турбулентном течении. | 2 |
| 1 | Лабораторная работа № 2. Исследования истечения жидкости через отверстия и насадки. |  |
| 2 | Лабораторная работа № 3. Устройство объемных насосов |  |
|  | |  |

# **Лабораторная работа № 1. Определение потерь напора по длине трубы при турбулентном течении.**

**Цель работы:**определение значения коэффициента гидравлического сопротивления (трения) λ (коэффициента Дарси) и сопоставление его с величиной, рассчитанной по эмпирической формуле.

**Задачи работы**

1.Освоить на практике способ определения режима течения жидкости по трубопроводу.

2.Усвоить основные соотношения при расчете потерь напора: формулы Дарси-Вейсбаха, Блазиуса, Альтшуля, Пуазейля, Шифринсона.

3.Освоить методику расчета потерь по длине для гидравлических гладких и шероховатых труб на различных режимах течения.

**Основные понятия**

**Потери напора**(давления) в трубопроводах гидросистем принято разделять на местные потери и потери по длине. Правильный расчет потерь при проектировании гидросистем важен, поскольку определяет:

•работоспособность гидропривода, гидросистем;

•коэффициент местного действия гидросистемы станка, робота или другой машины;

•тепловой баланс в гидросистеме станка, энергоустановки, теплообменнике;

•экономию энергетических и материальных ресурсов.

Потери по длине играют существенную роль в системах тепло- и энергосбережения, подачи топлива, в гидросистемах автоматических линий и пр.

**Потери по длине**– это потери, обусловленные вязким трением частиц жидкости между собой и о стенки трубопроводов при равномерном течении в прямых трубах постоянного сечения.

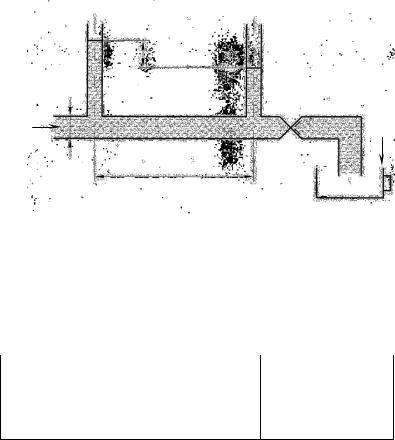
Потери напора на длине участка *L*представляют собой разность напоров в начале *H*н , и в конце *H*к трубопровода, и вычисляются по

формуле Дарси-Вейсбаха (рис. 3.1):

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *h* | *= λ* | *L* |  | *V 2* | *,* | *(3.1)* |
|  |  |
| *L* |  | *d* |  | *2g* |  |  |
|  |  |  |  |  |

где λ – коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси);*d*

*–*внутренний диаметр трубопровода; *V –*средняя скорость потока; *g –*ускорение свободного падения.



19

*Hn*

*Рис. 3.1.*Схема установки для исследования потерь напора по длине

Коэффициент гидравлического трения реальных трубопроводов зависит от числа Рейнольдса *Re*и от шероховатости стенок трубопровода. В табл. 3.1 приведены значения абсолютной шероховатости *.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Таблица 3.1 | |
| Материал труб и способ изготовления | Значения Δ, мм |  |
| Стекло | Не более 0,01 |  |
| Медные, латунные, холоднотянутые | 0,0015... 0,01 |  |
| Алюминиевые силовые холоднотянутые | 0,0015... 0,06 |  |
| Стальные | 0,04 |  |
| Чугунные | 0,25 |  |

Поскольку естественная шероховатость стенок всегда неоднородна, принято оперировать понятием эквивалентной абсолютной

шероховатости ∆э , которая по гидравлическому сопротивлению

равноценна ∆*.*Число Рейнольдса зависит от средней скорости потока*V,*вязкости жидкости γ и диаметра трубы*d*:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | *Re =* | *d V* | *(3.2)* |
|  | *г* |
|  |  |  |

и определяет режим течения как в идеальных, так и в реальных трубопроводах и коэффициент λ.

Так, при ламинарном режиме течения состояние стенок не влияет на сопротивление движению жидкости и коэффициент Дарси определяется по формуле:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 20 |  |
| λд = | 75 . | (3.3) |
|  | *Re* |  |

При турбулентном режиме для реального трубопровода можно выделить три области значений *Re*и отношения ∆э / *d*, которые имеют

различный характер изменения коэффициента λт *.*

При турбулентном режиме у стенок трубы образуется ламинарный подслой *f*= *f*(*Re*), который при наличии шероховатости трубы ∆э делает

ее гидравлически гладкой или гидравлически шероховатой в зависимости от соотношений δ и ∆э . Если δ > ∆э , труба называется

гидравлически гладкой; если δ < ∆э *,*шероховатости в трубе остаются и

она становится гидравлически шероховатой, так как остальные шероховатости образуют значительные завихрения. Таким образом, одна и та же труба может быть гидравлически гладкой и гидравлически

шероховатой. При определении λт учитывается не абсолютная высота выступов шероховатости, а ее отношение к диаметру трубы ∆э / *d .*

В области гидравлически гладких труб, которая ограничена

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| значениями числа Рейнольдса | 4000 ≤ *Re*≤10 *d*∆−1 | , коэффициент | λ |
|  | э |  |  |

зависит только от числа *Re*и используется формула Блазиуса:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | λ = 0,3164 *Re*−0,25. | | (3.4) |
| Во | второй, | переходной | области, | ограниченной |

10 *d*∆− 1 ≤ *Re*≤560 *d*∆−*Э*1 , коэффициент зависит от числа

Э

Рейнольдса и от относительной шероховатости и рассчитывается по формуле Альтшуля:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 68 | | + | ∆ |  | 0,25 | (3.5) |
| λ = 0,11 | *Re* |  | э | . |
|  |  | *d* | |  |  |

Эту область называют режимом квадратичного сопротивления. Для области гидравлически шероховатых труб, при *Re*> 560 *d*∆−*Э*1

коэффициент зависит от относительной шероховатости и определяется по формуле Шифринсона:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| λ = 0,11 |  | ∆ |  | 0,25 | (3.6) |
|  |  | э . | |
|  |  | *d* | |  |  |

Таким образом, сравнивая численные значения отношения ∆э / *d*и числа *Re*можно установить области течения в шероховатых трубах.

Таблица 3*.*2

21

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | № | Параметр | Обозначение | | | | Задания, расчет |
|  | п/п | или формула | | | | или результат |
|  |  |
|  | 1 | Потери напора | *Hп*, м | | | |  |
|  | 2 | Расход жидкости | *Q*, л/мин | | | |  |
|  | 3 | Вязкость | *γ*, сСт | | | |  |
|  | 4 | Длина х диаметр | L x d | | | |  |
|  | 5 | Абсолютная шероховатость | ∆э , мм | | | |  |
|  | 6 | Скорость движения | *V*, м/с | | | |  |
|  | жидкости |  |
|  | 7 | Число *Re* | *Re =* | *d V* | |  |  |
|  | *γ* | | |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  | |  |
|  | 8 | Коэффициент | *λ = Hn* | | *2 g d* | |  |
|  | *L V 2* | |  |
|  | гидравлического трения λ |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Область течения по трубе |  |  |  |  |  |
|  | 9 | (значение эмпирической | … | | | |  |
|  |  | функции) |  |  |  |  |  |

**Порядок выполнения лабораторной работы**

1. После контрольного опроса по теоретической подготовке студентам выдается задание, которое генерируется ЭВМ. В задании указывают сведения о результатах эксперимента по истечении жидкости по

трубопроводу; потери напора *Hn*= *H*1 − *H*2 , м; длину трубопровода *L*, м;

иего диаметр*d*, м; вязкость жидкостиγ, сСт; расход жидкости*Q*, л/мин.

2.Используя данные из п. 1, проводятся расчеты в последовательности, представленной в табл., 3.2.

3.Экспериментальная проверка расчетов на ЭВМ. По запросу ЭВМ вводятся исходные данные и результат расчета λ. При правильном решении машина выводит точные результаты и слово «зачет». При неправильном решении выдает данные нового задания на расчет.

4.В выводах обобщить результаты расчета, указать области и режимы течения.

22

**Содержание отчета**

1.Основные расчетные формулы (3.4)– (3.6).

2.Измерительная схема (рисунок иликартинка экрана ЭВМ).

3.Таблица 3.1.

4.Выводы по работе.

**Контрольные вопросы**

1.Понятие гидравлически гладких и гидравлически шероховатых труб.

2.Уметь записать формулы для расчета параметровλ, *Н*, *Re*, *V*.

3.Объяснить причины возникновения ламинарного подслоя в трубес шероховатостью.

4.Доказать, что по физическому смыслу λ есть величина пропорциональная напряжению трения на стенки трубы, к динамическому давлению, подсчитанному по средней скорости.

5.Доказать, что потери на трение при ламинарном режиме пропорциональны первой степени средней скорости.

6.Что понимается под областью с режимом квадратичного сопротивления?

7.Как изменяется число *Re*с увеличением скорости потока?

8.Как изменился λ в зависимости от скорости потока?

9.Почему возрастают потери *Hn*с увеличением скорости *V*жидкости?

# **Лабораторная работа №2 Истечение жидкости через отверстия и насадки**

Цель работы: экспериментальное определение коэффициентов истечения жидкости из отверстий и насадков различной формы.

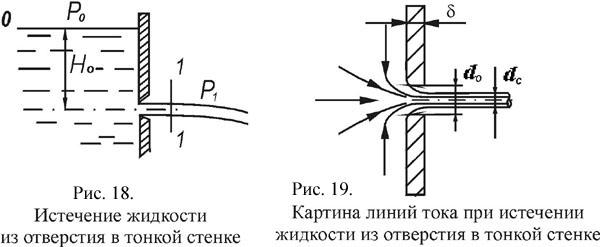
## **Общие сведения**

Процессы истечения жидкости из отверстий и насадков используются в различных областях техники, например, при работе форсунок камер сгорания ЖРД и ГТД, в амортизаторах шасси. при заправке и сливе топлива из баков и т. д.

Основной задачей при расчете процесса истечения жидкости является определение скорости и расхода для различных отверстий и насадков.

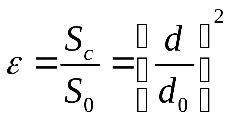
Рассмотрим истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке (рис. 18) из емкости, уровень жидкости в которой постоянен.

Под тонкой стенкой подразумевается стенка, толщина которой намного меньше диаметра отверстия (рис. 19).



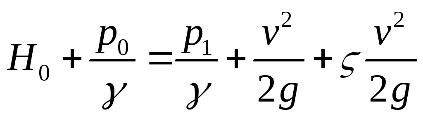
При истечении жидкости через отверстие в тонкой стенке происходит сжатие струи, т. е. уменьшение площади поперечного сечения струи по сравнению с площадью отверстия. Это обусловлено необходимостью плавного перехода от различных направлений движения частиц жидкости в емкости к параллельному в струе (рис. 19). Силы инерции препятствуют резкому повороту траекторий струек жидкости.

Отношение площади поперечного сечения струи https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-HKVA1b.pngк площади отверстия называется коэффициентом сжатия



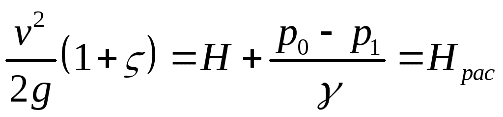
Величина https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-FI8L_z.pngзависит от характера сжатия, которое может быть совершенным и несовершенным. Совершенное сжатие происходит при отсутствии влияния на процесс истечения свободной поверхности жидкости, днища и боковых стенок емкости. Несовершенное сжатие происходит в том случае, когда на истечение жидкости и на формирование струи оказывает влияние близость боковых стенок емкости, которые частично направляют поток жидкости при ее подходе к отверстию. В этом случае коэффициент сжатия струи меньше.

Найдем скорость истечения жидкости, для чего запишем уравнение Бернулли для двух сечений. Одно совпадает со свободной поверхностью жидкости (сечение 00, рис. 18). а второе в струе на некотором удалении от отверстия (сечение1-1)

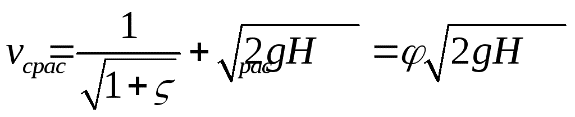


где Но – глубина погружения отверстия под поверхность уровня: Ро – давление на свободной поверхности жидкости; v – постоянная по сечению скорость истечения, {а=1); https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-28o1S8.png– коэффициент сопротивления отверстия.

## **Перепишем уравнение (52) в виде**

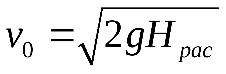


правую часть которого можно условно заменить некоторой расчетной величиной глубины погружения https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-rTBJ2q.png, тогда из выражения (53) имеем

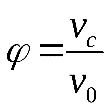


где https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-Z4VA9m.png– коэффициент скорости.

Если жидкость идеальна, то потери отсутствуют и https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-pCP3k8.png. Тогдаhttps://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-5h_wsF.pngи теоретическая скорость истечения жидкости будет определяться формулой Торричелли



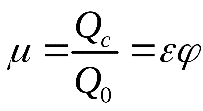
Следовательно, коэффициент скорости https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-RHBuMQ.pngесть отношение действительной скорости истечения согласно формуле (54) к теоретической, представленной формулой (55). Имеем



Найдем расход жидкости в струе

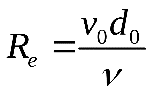
https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-Mu3Yue.png

Здесь https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-T9COIU.png – расход при истечении идеальной https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-UnqxQT.png, лишенной массыhttps://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-9j_q2y.pngжидкости. В этом случае расход наибольший. Отношение реального расхода к максимальному называется коэффициентом расхода



Коэффициент расхода показывает, какая часть теоретически возможного расхода реализуется при истечении.

Коэффициенты https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-hUZQNd.png,https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-hsoFPG.pngиhttps://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-LReev0.pngназываются коэффициентами истечения. Они зависят от формы отверстия или насадке и от числа Рейнольдса, которое вычисляется по теоретической скорости истечения и диаметру отверстия

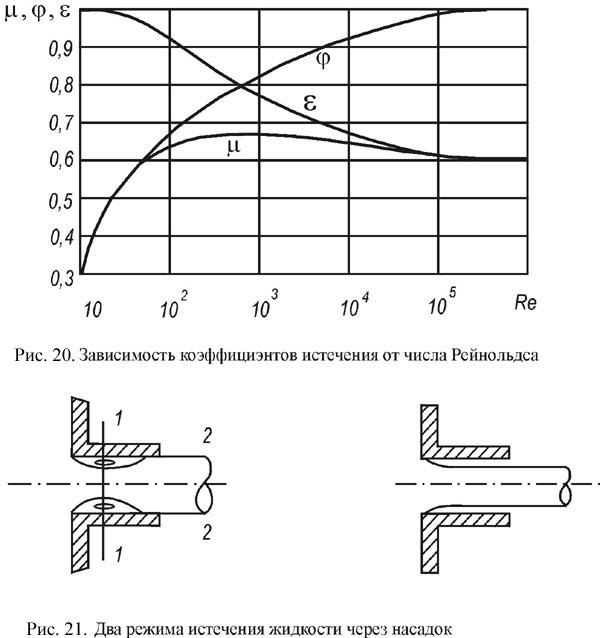


Зависимости коэффициентов истечения от числа Рейнольдса представлены на рис. 20. Из графиков видно, что при больших значениях числа Рейнольдса (маловязкие жидкости) коэффициенты https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-2TF7kj.png,https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-tnvY9X.pngиhttps://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-1UNAKN.pngменяются слабо, и в расчётах используются их осреднённые значения

https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-w7CYPr.png, https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-Z3RxVY.png,https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-jMtm3_.png,https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-jADNfr.png

Истечение жидкости через насадки или отверстия в толстой стенке https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-TDtm3Q.pngпроисходит несколько иначе. В этом случае возможны два режима истечения, представленные на рис. 21.

При больших переходах давлений в емкости и снаружи истечение маловязких жидкостей из насадков может происходить аналогично истечению из отверстия в тонкой стенке (рис. 21, б). Во втором режиме истечения (рис 21, а) струя в насадке сначала сжимается, а затем расширяется до внутреннего диаметра насадка. Это происходит из-за того, что в минимальном сечении струи давление ниже атмосферного на величину порядка https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-M96o2U.png. Под действием этого давления траектории частиц искривляются, струя полностью заполняет поперечное сечение насадка. В объеме окружающем поджатую часть струи (сечение 1-1, рис. 21, б), возникает тороидальная вихревая зона пониженного давления.



Так как при истечении из насадка диаметр струи согласно формуле (51) равен диаметру отверстия, то коэффициент сжатия https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-Tq6FxA.png, следовательно, коэффициент расхода равен коэффициенту скоростиhttps://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-a7Q20G.png. 0средненные значения коэффициентов скорости и расхода для маловязких жидкостей, полученные в экспериментах при больших числах Рейнольдса, имеют следующий вид:

https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-OZs6g3.png; https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-Srm2gZ.png

Следовательно, при одинаковых https://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-J1xGLl.pngиhttps://studfile.net/html/2706/213/html_YPHGx4CMUr.QQzi/img-ag6cGY.pngрасход жидкости через насадок будет больше.

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И РАБОЧИХХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕМНЫХ НАСОСОВ

Лабораторная работа № 3. Устройство объемных насосов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение конструкции и принципа работы насосов шестерен­ного и пластинчатого типов. Определение основных рабочих ха­рактеристик насоса, работающего в лабораторной установке.

ВВЕДЕНИЕ

В объемных насосах нагнетание рабочей жидкости происхо­дит путем вытеснения ее из рабочих камер вытеснителями: зубь­ями шестерен, пластинами, поршнями и т.д. Рабочая камера представляет собой замкнутое пространство, изменяющее свой объем по мере перемещения из полости всасывания в полость нагнетания.

В лабораторной работе рассматриваются широко распростра­ненные в гидроприводах машин шестеренные и пла­стинчатые насосы.

1. ШЕСТЕРЕННЫЕ НАСОСЫ

|  |
| --- |
| https://konspekta.net/studopediainfo/baza10/1581150242790.files/image036.jpg Рис.1.Схема шестерного насоса |

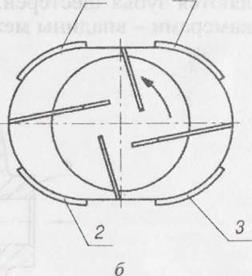
Шестеренным называется насос, в котором вытеснителями яв­ляются зубья шестерен,

находящихся в зацеплении, а рабочими камерами - впадины между зубьями.

Шестеренный насос (рис. 1) состоит из прямозубых цилинд­рических шестерен 1 и 2, одна из которых является ведущей. Шестерни располагаются в корпусе 3 с небольшим зазором. При выходе зубьев из зацепления в полости 4 происходит увеличение объема рабочей камеры и в ней создается разряжение (т.е. давление в ней становится ниже атмосферного). Под дейст­вием разности давления в баке и полости 4 жидкость поступает из бака к насосу и заполняет рабочие камеры. Далее жидкость переносится во впадинах между зубьями в полость 5 и вытесняется в напор­ную линию с повышенным давлением, так как зубья, вступившие в зацепление, уменьшают объем рабочей камеры в полости 5.

2. ПЛАСТИНЧАТЫЕ НАСОСЫ

Пластинчатым называется объемный насос, в котором вытес­нителями жидкости из рабочих камер являются пластины.



|  |
| --- |
|  |
|  | https://konspekta.net/studopediainfo/baza10/1581150242790.files/image040.jpg |

Схема простейшего пластинчатого насоса одинарного дейст­вия приведена на рис. 2, а. Насос состоит из статора 1 и ротора 2, в пазах которого размещены пластины 3. Вал ротора опирается на подшипники, заключенные в корпус, и расположен эксцентрично по отношению к оси статора. Рабочие камеры насоса ограничены двумя соседними пластинами и поверхностями статора и ротора. В торцах статора выполнены два серповидных окна приемной 5 и отдающей 4 полостей насоса.

Рис. 2. Принципиальные схемы пластинчатых насосов

При вращении ротора пластины выдвигаются из своих пазов под действием центробежной силы, пружин или давления жидко­сти, постоянно прижимаясь к поверхности статора. Эксцентрич­ное расположение осей ротора и статора приводит к изменению объема рабочих камер, которые увеличиваются в приемной плос­кости 5, обеспечивая процесс всасывания, и уменьшаются в плоскости 4, обеспечивая процесс нагнетания рабочей жидкости в напорную гидролинию. *Недостатком* пластинчатого насоса одинарного действия является одностороннее нагружение под­шипников ротора силами давления жидкости. *Достоинством*– возможность изменения его расхода, за счёт изменения эксцентриситета *е*.

Статор насоса двойного действия (рис. 2, б) имеет овальный профиль с двумя диаметрально расположенными нагнетательны­ми 2 и 4 и двумя всасывающими 1 и 3 каналами. Всасывание и вытеснение жидкости происходит два раза за один оборот. Так как давление жидкости действует на диаметрально противопо­ложные стороны ротора, то подшипники разгружены от этого давления. Однако такой насос выдаёт только постоянный расход.

3. ОСНОВНЫЕ РАБОЧИЕ ПАРАМЕТРЫ НАСОСОВ

Объемные насосы характеризуются следующими основными параметрами: производительностью (расходом) Qн, рабочим дав­лением Рн, мощностью Nн, и коэффициентом полезного действия ηн.

Теоретическая производительность QT определяет суммар­ное изменение объема камер в единицу времени

https://konspekta.net/studopediainfo/baza10/1581150242790.files/image042.gif ,

где W - объем одной камеры насоса; Z - число камер; n - частота вращения вала насоса.

Действительная производительность Qн учитывает объемные потери насоса, которые возникают в результате перетечек жид­кости по зазорам из полости нагнетания в полость всасывания и зависят от перепада давления в этих полостях, точности изготов­ления и сборки насоса, вязкости жидкости и других факторов. Действительная производительность меньше теоретической на величину объемных потерь ∆Q , т. е. Qн =QТ -∆Q.

Объемные потери характеризуются объемным КПД:

https://konspekta.net/studopediainfo/baza10/1581150242790.files/image044.gif

С увеличением давления объемные потери возрастают, объ­емный КПД уменьшается. Значение объемного КПД насоса зави- сит от его конструкции и обычно составляет 0,8.. .0,9.

Мощностью насоса называется энергия, переданная насосом жидкости в единицу времени. Различают потребляемую Nn и по­лезную мощность насоса. Полезная мощность насоса выражается формулой

https://konspekta.net/studopediainfo/baza10/1581150242790.files/image046.gif , (1)

где Рн - рабочее давление на выходе из насоса (в напорной ли­нии).

Потребляемая насосом мощность больше полезной на вели­чину потерь, которые выражаются полным КПД насоса

https://konspekta.net/studopediainfo/baza10/1581150242790.files/image048.gif . (2)

Механический КПД в формуле (2) характеризует потери энер­гии на преодаление движущимися частями насоса сил механиче­ского и вязкостного трения и может быть определен через отно­шение моментов на валу насоса

https://konspekta.net/studopediainfo/baza10/1581150242790.files/image050.gif

где Мт, Мн - теоретический и действительный моменты; МТр.н - момент сил трения.

При повышении давления до определенного значения механи­ческий КПД возрастает, так как увеличение теоретического мо­мента при этом происходит интенсивнее, чем рост потерь на тре­ние, затем процесс стабилизируется и при дальнейшем повыше­нии давления меняется на обратный. Поэтому зависимость ηмех от давления является криволинейной (рис. 3).

Основные параметры насосов объединяются в его рабочей ха­рактеристике, которая в большинстве случаев строится в функ­ции величины рабочего давления. Принципиальный вид такой характеристики показан на рис. 3.

|  |
| --- |
| https://konspekta.net/studopediainfo/baza10/1581150242790.files/image052.jpg Рис. 3. Рабочая характеристика объемных насосов |