

Лабораторная работа №3. Экспериментальное получение индикаторной диаграммы поршневого насоса

Цель работы: экспериментальное получение индикаторной диаграммы, сравнение полученной диаграммы с теоретической.

Теоретические основы

Индикаторная диаграмма представляет собой запись давления в цилиндре насоса в зависимости от угла поворота приводного механизма или от времени.

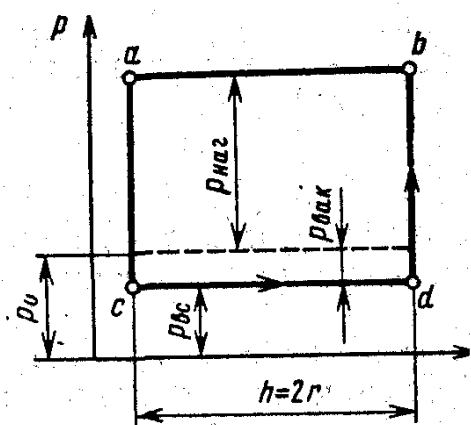


Рис. 1. Индикаторная диаграмма совершенного насоса

Индикаторная диаграмма совершенного насоса (отсутствуют утечки жидкости, клапаны не запаздывают): всасывание по линии cd , нагнетание по линии ba .

При отсутствии утечек и практически несжимаемой жидкости, кривые повышения и снижения давления db и ac располагаются вертикально.

При всасывании, жидкость под действием разности давлений $P_{BAK} = P_0 - P_{BC}$ будет следовать за поршнем. Поршень при этом совершает работу по поднятию столба жидкости на высоту H_{BC} и на преодоление сопротивления, включая сопротивление всасывающих клапанов и силы инерции жидкости.

При нагнетании поршень совершает работу по поднятию жидкости на высоту H_H и на преодоление сопротивления нагнетательного трубопровода.

Диаграмма, отражающая запаздывание открытия и закрытия клапанов, изображена на рис. 2.

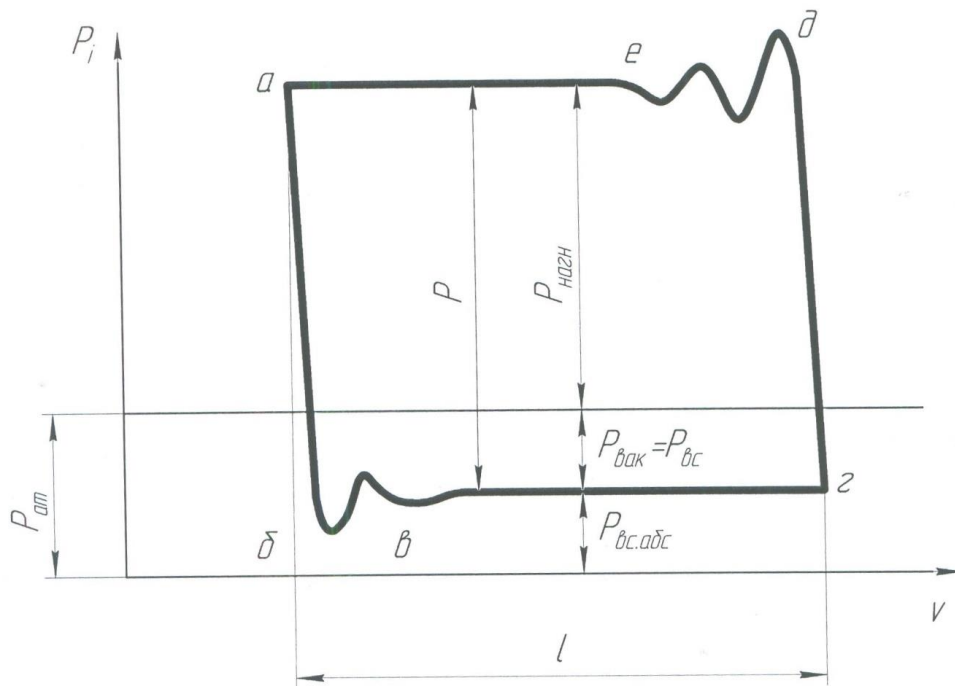


Рис. 2. Индикаторная диаграмма действительного насоса

При движении поршня снизу вверх (см. рис. 2) (процесс всасывания) давление в цилиндре насоса резко падает до давления всасывания $P_{вс}$ по линии ab . Из-за податливости стенок цилиндра и сжимаемости жидкости линия ab не вертикальна, а слегка наклонена и переходит затем в волнистую линию bc . Далее на всасывающей линии поддерживается постоянное давление и линия bc остается практически горизонтальной на протяжении всего хода всасывания. При обратном движении поршня (ход нагнетания) давление в цилиндре от $P_{вс}$ поднимается до давления $P_{нагн}$ по прямой cd , наклон которой влево от вертикали объясняется теми же самыми причинами, что и для линии ab . Начало сжатия жидкости сопровождается колебаниями давления в цилиндре (линия de). В дальнейшем давление $P_{нагн}$ остается неизменным на протяжении всего хода нагнетания (линия ea). При повторном рабочем цикле этот график будет повторяться.

Площадь индикаторной диаграммы выражает работу, сообщаемую жидкости поршнем за один оборот вала. Поделив площадь на ход поршня $h = 2 \cdot r$, получим среднее индикаторное давление P_i , определяемое выражением:

$$P_i = P_{ВАК} + P_{НАГ},$$

$$P_i = \frac{S}{2 \cdot r} = \frac{S}{h},$$

где $P_{ВАК} = P_0 - P_{вс}$ и $P_{НАГ}$ - соответственно средние по индикаторной диаграмме значения разрежения (вакуума) в цилиндре насоса и давления нагнетания.

Значение P_{BAK} соответствует без учёта инерционных потерь и гидравлического сопротивления трубопровода всасывания, высоте всасывания H_{BC} :

$$P_{BAK} = H_{BC} \cdot \rho \cdot g .$$

Мощность, передаваемая жидкостью от приводного вала через поршень, называемая *индикаторной мощностью*, определяется

$$N_i = P_i \cdot Q_T = P_i \cdot S \cdot h \cdot n ,$$

где S - рабочая площадь поршня,

$h = 2 \cdot r$ - односторонний ход поршня,

P_i - индикаторное давление,

n - обороты вала в сек.

$$\eta_i = \frac{N_i}{N_{PP}} , \quad - \text{индикаторный КПД насоса,}$$

где N_{PP} - мощность, подведенная к валу насоса (приводная мощность).

Экспериментальная часть

1. Полностью открыть дроссель ДР1.
2. Закрыть кран КР1.
3. Включить ПЭВМ.
4. Включить электропитание стенда тумблером «Питание системы управления».
5. Запустить на ПЭВМ программу сбора и обработки информации «Поршневой насос».
6. Установить потенциометр регулировки частоты вращения вала приводного двигателя на середину диапазона.
7. Включить электропитание приводного двигателя тумблером «Насос».
8. В программе выбрать пункт «Рабочий цикл».
9. Вращением ручки потенциометра установить частоту вращения двигателя насоса 150 ± 4 об/мин.
10. Плавно закрывая дроссель ДР1, установить давление в резервуаре ЕМ равным 50 ± 5 кПа.
11. В программе нажать кнопку «Построить диаграмму».
12. Сохранить график и данные в файл. Записать название файла, давление нагнетания и частоту вращения в таблицу 2.5.1
13. Полностью открыть дроссель ДР1.
14. Повторить действия по п. 9-13 для частот вращения 180, 210 и 240 об/мин.
15. Повторить действия по п.9 -14 для давления 100 ± 5 кПа.
16. Закрыть на ПЭВМ программу бора и обработки информации «Поршневой насос».

17. Выключить электропитание стенда тумблером «Питание системы управления».

18. Проанализировать полученные диаграммы. Сделать выводы о характере измерения давления в поршневой полости при различных частотах вращения и давлениях.

Таблица 2.5.1

Давление нагнетания, кПа	Частота вращения, об/мин	Имя файла

Контрольные вопросы

1. Что называется индикаторной диаграммой?
2. Изобразите индикаторную диаграмму совершенного и действительного поршневого насоса.
3. Чему равен индикаторный КПД насоса?
4. Как определяется среднее индикаторное давление поршневого насоса?
5. Что выражает площадь индикаторной диаграммы?
6. Что называют индикаторной мощностью и как ее определяют?
7. Расскажите ход выполнения лабораторной работы.