

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Мытищинский филиал
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МФ-МГТУ им. Н.Э.Баумана)**

ФАКУЛЬТЕТ лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства

КАФЕДРА ЛТ-4

С. П. Карпачев

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.
Изучение работы нерегулируемого аксиально-
поршневого насоса.
Экспериментальное определение напорной
характеристики насоса**

Методические указания

2021 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.

Изучение работы нерегулируемого аксиально-поршневого насоса.
Экспериментальное определение напорной характеристики насоса.

Цель работы: Изучение работы нерегулируемого аксиально-поршневого насоса; экспериментальное определение напорной характеристики основного насосного агрегата стенда.

1. Конструктивные особенности аксиально-поршневого насоса.

Нерегулируемого аксиально-поршневой насос – это устройство, относящееся к категории гидравлических машин, которое преобразует механическую энергию кругового вращения вала в энергию движущегося потока жидкости (рис. 1).

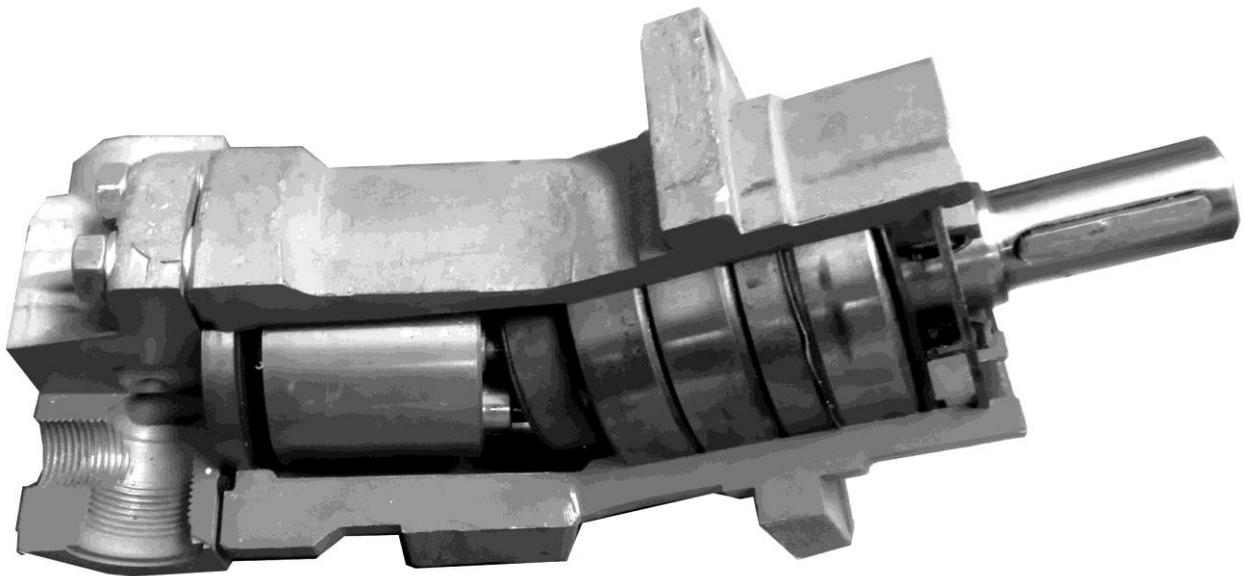


Рис. 1. Нерегулируемый аксиально-поршневой насос 210 серии в разрезе
(изготовитель ПАО «ПНЕВМОСТРОЙМАШИНА»)

Нерегулируемые аксиально-поршневые насосы нашли широкое применение в гидроприводах, что объясняется рядом их преимуществ. Так, например, по сравнению с радиально-поршневые аксиально-поршневые насосы имеют меньшие радиальные размеры, массу, габарит, момент

инерции вращающихся масс, более высокий КПД и могут работать при большей частоте вращения.

Гидронасос нерегулируемый аксиально-поршневого типа состоит из следующих основных элементов (рис. 2):

- 1 — ведущий вал;
- 2 — ведущий диск;
- 3 — пружина;
- 4 — ось вращения блока цилиндров;
- 5 — торец распределителя;
- 6 — торец блок цилиндров;
- 7 — распределитель;
- 8 — поршень;
- 9 — сферический шарнир;
- 10 — шатун;
- 11 — втулка;
- 12 — головка шатуна;
- 13 — подшипники.

Корпус нерегулируемого аксиально-поршневых гидравлических насосов, оснащенных блоком цилиндров наклонного типа, имеет V-образную конфигурацию, а их приводной вал выполнен в виде буквы Т. Угол, под которым блок цилиндров нерегулируемого аксиального насоса расположен к оси приводного вала, может составлять от 26 до 40°, а количество поршней доходит до 7 штук.

2. Принцип работы нерегулируемого аксиально-поршневого насоса.

Принцип работы нерегулируемого аксиально-поршневого насоса состоит в следующем, когда начинает вращаться приводной вал, соединенный с поршнями посредством шатунных механизмов, приводится во вращение и наклонный блок цилиндров, а поршни, расположенные в

аксиальных проточках, начинают совершать движения возвратно-поступательного типа, тем самым уменьшая или увеличивая объем рабочих камер.

Процесс всасывания и нагнетания перекачиваемой рабочей среды в аксиально-поршневых насосах такого вида осуществляется через специальные отверстия-окна, выполненные в распределительном устройстве, которое располагается неподвижно относительно вращающегося наклонного блока цилиндров. В отличие от паровых и радиально-поршневых насосов, в устройствах данного типа можно регулировать объем рабочей камеры. Решается такая задача регулировкой угла наклона блока цилиндров по отношению к оси приводного вала при помощи специальных механизмов.

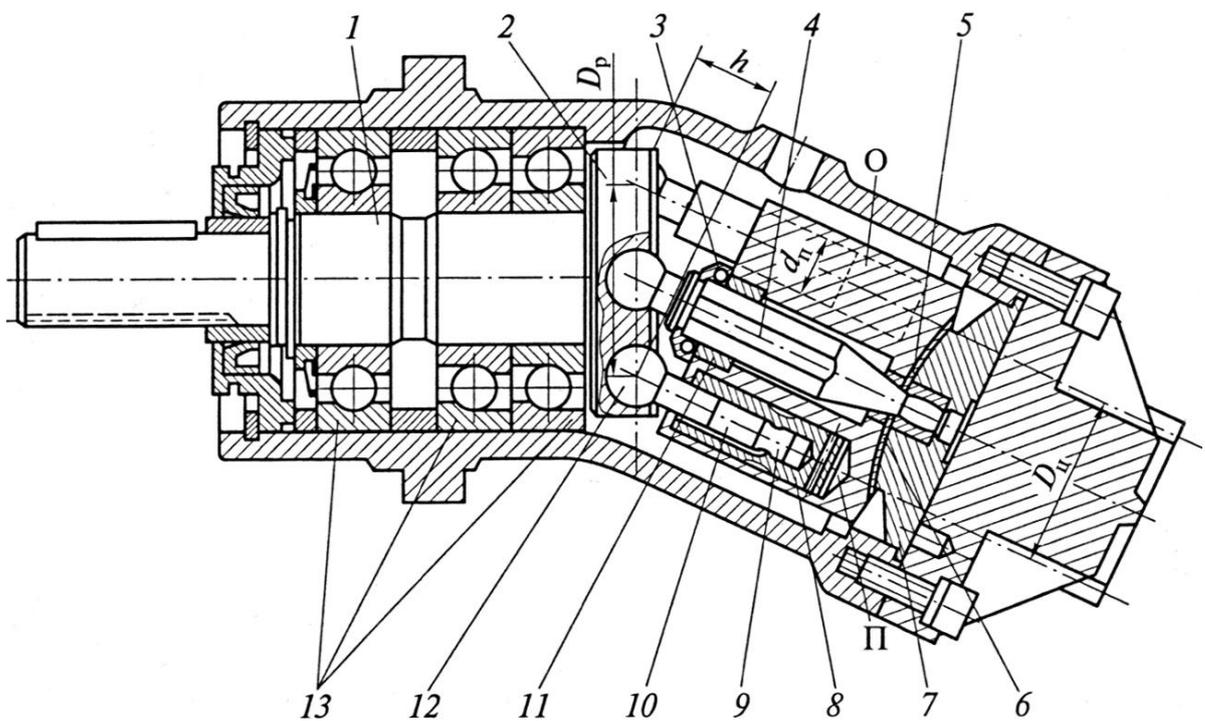


Рис. 2. Нерегулируемый аксиально-поршневой насос с наклонным блоком цилиндров:

О — камера отвода; П — камера подвода; d_n — диаметр поршня;
 D_p — диаметр расположения точек контактов головок поршней с поворотной шайбой; $D_{ц}$ — диаметр расположения осей отверстий в блоке цилиндров;
 h — ход поршня.

При работе вал нерегулируемого аксиально-поршневого насоса (рис. 2) приводится во вращение от двигателя. Поршни, установленные в блоке цилиндров, вращаются вокруг оси блока и одновременно совершают возвратно-поступательное движение, при этом за одну половину оборота поршень всасывает рабочую жидкость, а за другую - нагнетает жидкость в гидросистему.

Давление на выходе из насоса определяется нагрузкой на рабочий орган и ограничивается предохранительным клапаном гидросистемы.

Подача определяется частотой вращения вала насоса и рабочим объемом насоса.

3. Основные расчетные зависимости.

Теоретическая подачей объемного насоса называют подачу в единицу времени несжимаемой жидкости при отсутствии утечек через зазоры:

$$Q_m = V_0 \cdot n, \quad (1)$$

где V_0 - рабочий объем насоса, м³;

n - частота вращения вала, с⁻¹.

Рабочий объем аксиально-поршневого насоса:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \cdot z \cdot D_y \cdot tg\gamma, \quad (2)$$

где d_n - диаметр поршня, м;

z - число рабочих камер в насосе;

D_y - диаметр расположения осей отверстий в блоке цилиндров, м;

$D_y \cdot tg\gamma$ - ход поршня при повороте блока цилиндров на 180°, м.

Действительная подача насоса меньше теоретической вследствие утечек жидкости через зазоры из рабочих камер и полости нагнетания, а при большом давлении насоса еще и за счет сжимаемости рабочей жидкости.

Отношение действительной подачи насоса к действительной называется объемным КПД насоса:

$$\eta_o = \frac{Q_d}{Q_m} = \frac{Q_m + q_{ум}}{Q_m}, \quad (3)$$

где $q_{ум}$ - расход утечек, м³/с;

Q_d - действительная подача насоса, м³/с;

Давление насоса представляет собой разность между давлением p_2 на выходе из насоса и давлением p_1 на входе в него:

$$P_n = p_2 - p_1, \quad (4)$$

В случае установки на всасывающей гидролинии вакуумметра, а на напорной – манометра, как это показано на рис. 3, пренебрегая разностью отметок их подключений, из формулы (4) получим:

$$P_n = P_{M1} + P_{Вак1}, \quad (5)$$

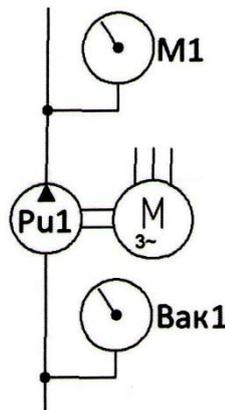


Рис. 3. Подключение манометра и вакуумметра к насосу

Полезная мощность насоса:

$$N_{пол} = Q_d \cdot P_n, \quad (6)$$

где P_n - давление насоса, Па.

Потребляемая мощность насосом (затрачиваемая приводящим двигателем):

$$N_{ном} = M_n \cdot \omega_n, \quad (7)$$

где M_n - момент на валу насоса, Н.м;

ω_n - угловая скорость вала насоса, рад/с.

КПД насоса есть отношение полезной мощности к мощности, потребляемой насосом:

$$\eta_n = \frac{N_{пол}}{N_{ном}} = \frac{Q_d \cdot p_n}{M_n \cdot \omega_n}, \quad (8)$$

У насосов различают следующие виды КПД:

- гидравлический η_z , учитывающий гидравлические потери давления;
- объемный η_o , учитывающий объемные потери на перетекание жидкости через зазоры;
- механический η_m , учитывающий механические потери на трение в механизме насоса.

$$\eta_n = \eta_o \cdot \eta_z \cdot \eta_m, \quad (9)$$

Напорная характеристика нерегулируемого аксиально-поршневого насоса с предохранительным клапаном представлена на рис. 4.

Давление, которое развивает аксиально-поршневой насос, зависит от гидравлической сети, в которую он включен. Если мы начнем закрывать кран дросселя на напорной магистрали Др1, давление на выходе из насоса будет увеличиваться, что можно зарегистрировать манометром М1. Однако двигатель насоса этого «не почувствует», он будет продолжать вращать вал с той же скоростью, и поршень будет вытеснять тот же объем жидкости. Теоретическая подача Q_m , согласно формуле (1) не зависит от давления насоса p_n (вертикальная прямая 1, рис. 4). В действительности с ростом давления p_n увеличиваются перетоки из полости нагнетания в полость всасывания, т.е. растут утечки, из-за этого уменьшается объемный КПД и действительная подача насоса Q_d (прямая 2).

Вследствие того, что объемный насос не «чувствует» растущего давления p_n , может произойти авария (разрыв стенки трубопровода, нарушение герметичности и др).

В лабораторном стенде используется регулируемый аксиально-поршневой насос 313.2.12.390.5 с регулятором постоянного давления. Этот

насос до давления начала регулирования $p_{нач}$ дает характеристику как нерегулируемый насос (рис. 5). В лабораторной работе будем закрывать дроссель Др1 и, таким образом, увеличивать рабочее давление p_n насоса, до давления начала регулирования.

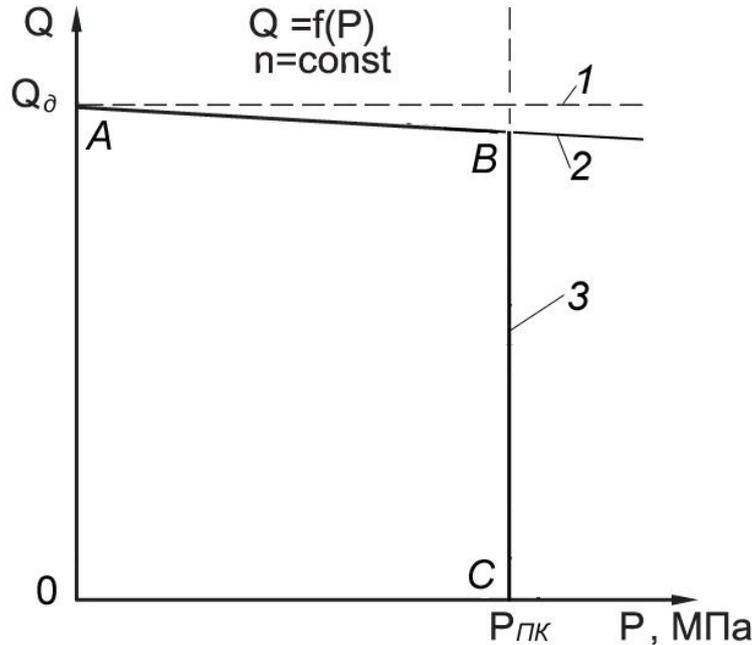


Рис. 4. Напорная характеристика нерегулируемого аксиально-поршневого насоса с предохранительным клапаном

1 - теоретическая напорная характеристика насоса, 2 – действительная напорная характеристика насоса, 3 - давление настройки предохранительного клапана. ABC - характеристика насоса с предохранительным клапаном.

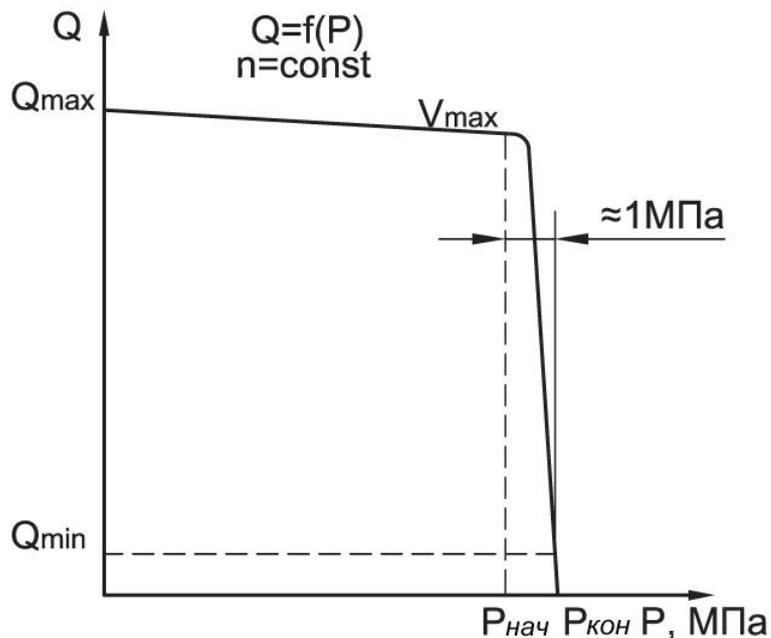


Рис. 5. Напорная характеристика регулируемого аксиально-поршневого насоса

4. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с кратким описанием конструкции и принципа работы аксиально-поршневых насосов.
2. Подготовить стенд к работе.
3. Изучить часть общей гидравлической схемы стенда, относящуюся к лабораторной работе 1, при положении 2 распределителя Рп (рис. 6) и в положении 3 (рис. 7).
4. Закрыть кран питания мерной емкости МЕ2 (рис. 6).
5. Открыть кран питания кп1 мерной емкости МЕ1.
6. Включить гидростанцию.
7. Перевести гидрораспределитель стенда Рп в положение 3 (рис. 7) на подачу жидкости в мерную емкость МЕ1.
8. Занести значение начального уровня жидкости $V_{нач}$ в табл. 1
9. Занести значение начального уровня жидкости $V_{кон}$ в табл. 1
10. Занести время t наполнения мерной емкости МЕ1 в табл. 1
11. С помощью мерной емкости МЕ1 вычислить действительный расход жидкости Q_d (действительную подачу насоса). Результаты вычислений занести в табл. 1.
12. Занести показание манометра М1 в табл. 1
13. Занести показание вакуумметра Вак1 в табл. 1
14. Определить давление p_n по формуле (5). Данные занести в табл. 1.
15. Частично закрыть дроссель 1.
16. Повторить пункты 7-14 для нового положения закрытия дросселя.
17. Повторить пункт 15 для нескольких положений закрытия дросселя Др 1.
18. Выключить гидростанцию, открыть дроссель Др 1.
19. По данным таблицы 1 построить график $p_n = f(Q_d)$.
20. Проанализировать результаты, сделать выводы.

5. Вопросы к лабораторной работе

1. Как конструктивно осуществляется подача нерегулируемого аксиально-поршневого насоса?
2. От каких параметров зависит подача насоса?
3. Какой показатель характеризует эффективность использования насосом подводимой к нему энергии?
4. Какие виды КПД различают у насоса?
5. Что влияет на КПД насоса?
6. На что влияют утечки насоса?
7. Чем отличается теоретическая подача от действительной?
8. Как определить давление насоса?
9. Какой вид имеет напорная характеристика насоса?
10. Как влияет на напорную характеристику насоса давление настройки предохранительного клапана?

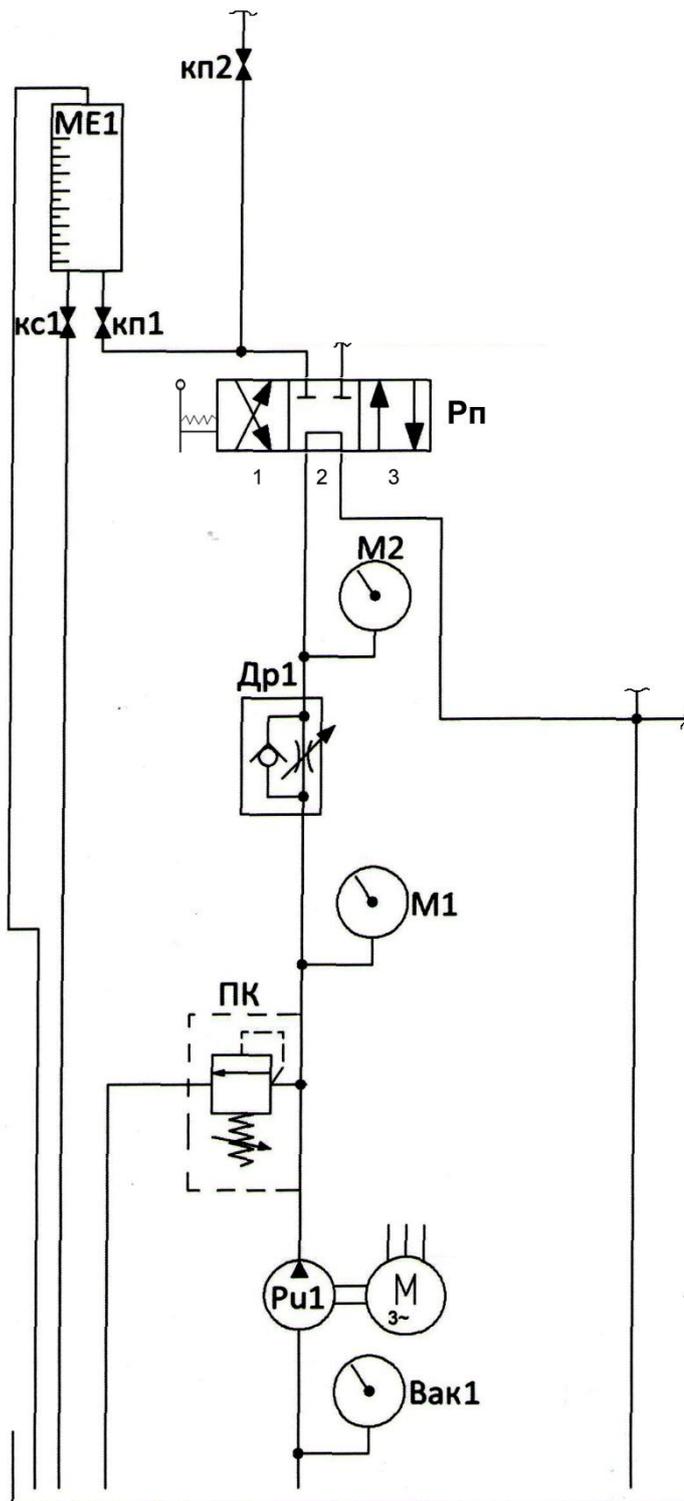


Рис. 6. Гидравлическая схема станда лабораторной работы 1
(распределитель Рп в нейтральном положении 2)

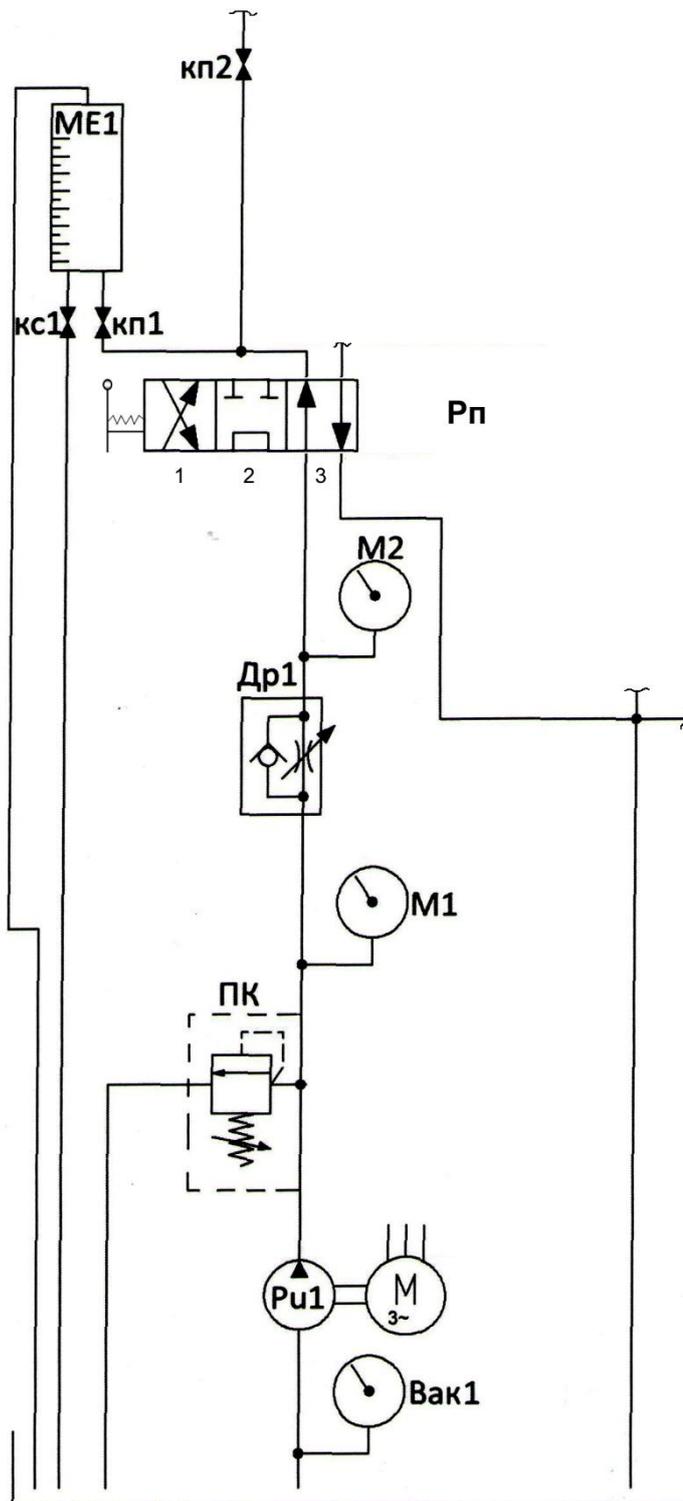


Рис. 7. Гидравлическая схема стенда лабораторной работы 1 (распределитель Рп в положении 3)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.

Изучение работы нерегулируемого аксиально-поршневого насоса.
Экспериментальное определение напорной характеристики основного
насосного агрегата стенда.

Кафедра ЛТ-4

Дата проведения лабораторной работы _____

Группа _____

Список бригады (инструктаж по технике безопасности прошел):

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

Преподаватель:

проф. Карпачев С.П. _____

Таблица 1.

Результаты опытов построения напорной характеристики основного
насосного агрегата стенда

Измеряемая (расчетная) величина	№ опыта				
	1	2	3	4	5
Значение лимба открытия дросселя $Dp1$					
Настройка предохранительного клапана ПК, $p_{ПК}$, МПа					
Начальное значение уровня жидкости в МЕ1, $V_{нач}$, мл					
Конечное значение уровня жидкости в МЕ1, $V_{кон}$, мл					
Время t наполнения мерной емкости МЕ1, с					
Действительная подача насоса, мл/с $Q_o = \frac{(V_{кон} - V_{нач})}{t};$					
Показание p_{M1} манометра М1, МПа					
Показание $p_{Вак1}$ вакуумметра Вак1, МПа					
Давление насоса, МПа: $p_n = p_{M1} + p_{Вак1},$					

Напорная характеристика аксиально-поршневого насоса $Q_d = f(p_H)$

