

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
АВИАЦИОННЫХ НАСОСОВ**

САМАРА 2004

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
АВИАЦИОННЫХ НАСОСОВ**

Методические указания

САМАРА 2004

Составитель Д.В.Каршин

УДК 629.7.018.7

Определение работоспособности авиационных насосов: Метод. указания / Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. Д.В.Каршин. Самара, 2004. 62 с.

Приведены сведения о технологическом процессе определения работоспособности авиационных насосов. Представлены технические описания конструкции насоса БНК-12БК и устройства установки для определения работоспособности насоса БНК-12БК. Даны характеристики отдельных видов работ, принцип построения технологического процесса и технологические указания по определению работоспособности насоса БНК-12БК.

Предназначены для студентов специальности 130300.

Разработаны на кафедре эксплуатации авиационной техники СГАУ.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского аэрокосмического университета имени академика С. П. Королева.

Рецензенты: Санчугов В.И.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	5
2. ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОПРЕДЕ- ЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВИАЦИОННЫХ НАСОСОВ... 6	6
2.1. Назначение, технические данные и конструкция насоса БНК-12БК.....	6
2.2. Конструкция насоса БНК-12БК.....	7
2.3. Работа насоса.....	9
2.4. Условия построения технологического процесса.....	13
3. РЕГЛАМЕНТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАСОСА БНК-12БК.....	14
4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ СНЯТИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСОВ.....	15
4.1. Панель отображения информации.....	17
4.2. Панель управления.....	17
5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАСОСА БНК-12БК.....	17
6. ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ.....	29
7. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.....	29
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	29

Ц е л ь р а б о т ы – изучение технологического процесса определения работоспособности авиационных насосов, закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков.

Порядок выполнения работы

1. Знакомство с конструкцией и работой авиационного насоса.
2. Изучение конструкции и работы экспериментальной установки.
3. Изучение технологического процесса определения работоспособности авиационного насоса.
4. Выполнение технологических операций, получение экспериментальных данных.
5. Обработка экспериментальных данных и оформление отчета.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Требования к качеству, долговечности и надежности работы современных технических изделий постоянно возрастают. Эти требования реализуются при конструировании и в процессе изготовления изделий. Получение гарантии в том, что изделие отвечает необходимым требованиям, достигается проведением испытаний, на основании которых определяются показатели качества, надежности и ресурс. Для насосов такие испытания оговариваются ГОСТ 14658-86 «Насосы объемные. Правила приемки и методы испытаний».

Испытания насосов, предназначенные для определения качественных показателей, построены на сравнении количественных величин параметров отдельных характеристик насосов с параметрами нормируемыми, т.е. оговоренными техническими условиями, на основании чего и дается заключение о пригодности насоса к эксплуатации

В практике, производящих и ремонтных предприятий перед процессом испытаний насосов ставятся широкие задачи:

подтверждение качественных и количественных показателей процесса сборки насосов;

снятие функциональных зависимостей характеристик отдельных сборочных единиц (узлов) и рабочих характеристик насоса;

выявление неисправностей, связанных с отклонением функциональных зависимостей полученных характеристик насосов от расчетных (теоретических или экспериментальных), причин их возникновения и методов устранения;

обеспечение эксплуатационных показателей рабочих характеристик путем регулирования насосов;

прогнозирование состояния насосов в процессе эксплуатации.

Весь этот комплекс задач направлен на определение работоспособности насосов в процессе их дальнейшей эксплуатации и несколько отличается от вопросов, решаемых в ГОСТ 14658-86. На ведущих производящих и ремонтных предприятиях для определения работоспособности насосов существуют

технологические процессы, которые представляются в виде стендовых испытаний.

2. ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВИАЦИОННЫХ НАСОСОВ

Построение технологического процесса определения работоспособности насосов зависит от их конструкции и определяются назначением, особенностью работы и специальными техническими требованиями. В качестве примера рассмотрим авиационный топливный насос БНК-12БК.

2.1. Назначение, технические данные и конструкция насоса БНК-12БК

Насос БНК-12БК предназначен для бесперебойной подачи необходимого количества топлива к двигателю* с избыточным давлением 0,03-0,035 МПа при любых условиях его работы.

Основные технические данные топливного насоса

Подача топлива при частоте вращения ротора
36,67 с⁻¹ (2200 мин⁻¹) не менее, м³/с32·10⁻⁵ (1140 дм³/ч)
при частоте вращения ротора 8,3 с⁻¹
(500 мин⁻¹) не менее, м³/с11,1·10⁻⁵ (400 дм³/ч)

Минимальная частота вращения ротора, при которой насос обеспечивает подачу топлива без обрыва струи не более, с⁻¹....2,5 (150 мин⁻¹)

Максимально допустимая частота вращения ротора в течение 30 с
.....45 (2700 мин⁻¹)

Давление топлива:

при полностью затянутом редукционном клапане и частоте вращения
36,67 с⁻¹, МПа0,1 (1 кгс/см²)
при правильной регулировке редукционного клапана и частоте вращения 36,67
с⁻¹0,03 – 0,035
(0,3 – 0,35 кгс/см²)
при частоте вращения 8,3 с⁻¹ (500 мин⁻¹)0,015 (0,15 кгс/см²)

Разрежение, создаваемое в подводе насоса при частоте вращения 40 с⁻¹
(2400 мин⁻¹) не менее, МПа0,045 (0,45 кгс/см²)

Потребляемая мощность не более, кВт0,37.

2.2. Конструкция насоса БНК-12БК

Конструкцию насоса БНК-12БК можно представить структурной схемой, изображенной на рис.2.1.

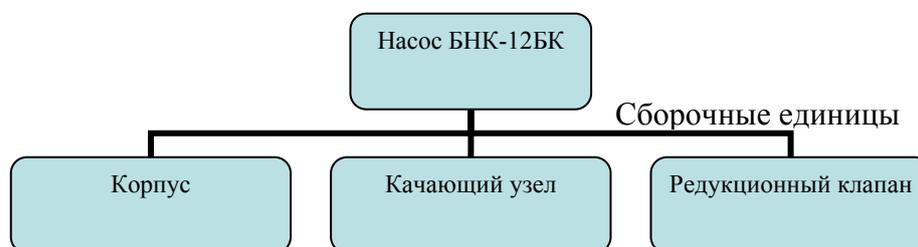


Рис.2.1. Насос топливный БНК-12БК. Схема структурная

Узел корпуса (рис.2.2) состоит из корпуса 1, крышки 4 с зажимной гайкой 6, двух подшипников 2 и 7, уплотнительных гаек 8 и 9 с армированными манжетами 10 и резиновых уплотнительных колец 12 и 14.

Корпус 1 и крышка 4 отлиты из сплава АЛ5. Крепление крышки к корпусу осуществляется винтами 20. Корпус 1 имеет горизонтальную и вертикальную расточки. В горизонтальной расточке запрессованы два бронзовых подшипника 2 и 7, являющиеся опорами ротора 15, смонтированы уплотняющие гайки 8 и 9. Манжеты 10 гаек обеспечивают радиальное уплотнение с хвостовиком 11, а кольца 12 и 14 – торцевое уплотнение с корпусом 1. Для слива топлива или масла, проникающего через манжеты 10, корпус 1 имеет резьбовое отверстие под штуцер, закрытое заглушкой 13.

На вертикальной расточке корпуса 1 установлен редукционный клапан 18. Справа и слева в корпусе сделаны отверстия с резьбой под штуцеры подводящего и отводящего трубопроводов.

В вертикальной расточке крышки 4 расположены элементы конструкции узла редукционного клапана 18.

Качающий узел включает в себя стакан 16, ротор 15, в пазах которого размещены пластины 17, плавающий валик 3 и хвостовик 11. Хвостовик 11 имеет с одной стороны четырехгранник, а с другой – шлицы и служит для передачи крутящего момента от привода к ротору 15. Плавающий валик 3 обеспечивает ориентацию пластин 17 относительно стакана 16 при вращении ротора. Все детали качающего узла выполнены из легированной стали. Для

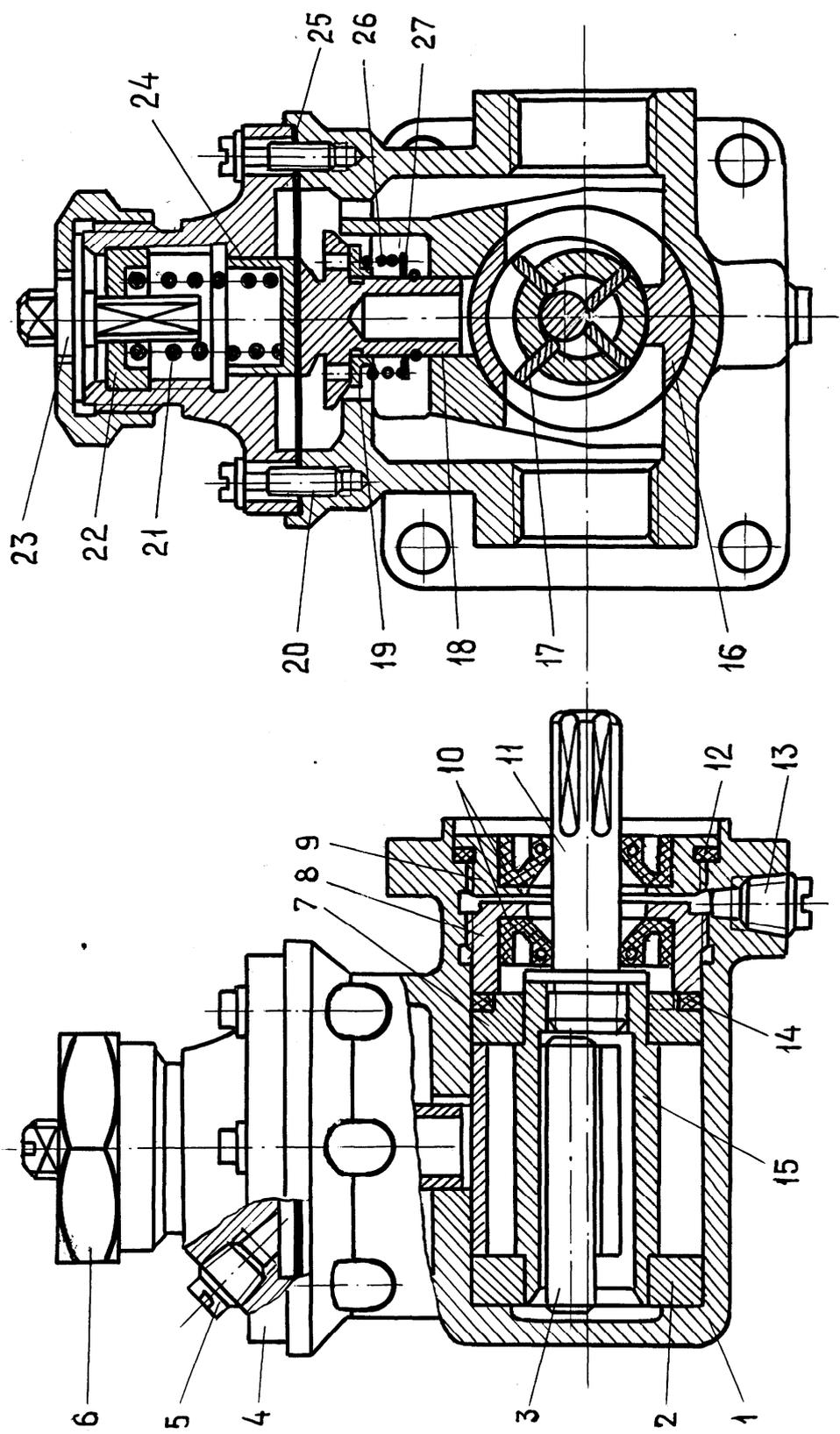


Рис 2.2 Насос топливный БНК-Г2БК

1- корпус; 2,7- бронзовые подшипники; 3- плавающий валик; 4- крышка; 5,13- заглушки; 6- зажимная гайка; 8,9- уплотняющие гайки; 10- манжеты гаек; 11- хвостовик; 12,14- торцевое уплотнение; 15- ротор; 16- стакан; 17- пластины; 18-редукционный клапан; 19- перепускной клапан; 20- винты; 21,26- пружины; 22- регулировочный винт; 23- стержень; 24- направляющая; 25- диафрагма; 27- стопорная шайба

уменьшения износа рабочие поверхности стакана, ротора и пластин азотируются, а валик закаливается.

Узел редуционного клапана состоит из редуционного клапана 18, к нижней поверхности которого пружиной 26 прижат перепускной клапан 19, диафрагмы 25, регулировочного винта 22, во внутреннее отверстие которого входит четырехгранник стержня 23, пружины 21 и направляющей 24.

Редуционный клапан 18 конической поверхностью прижимается пружиной 21 к седлу корпуса 1. С помощью винта 22, вращаемого стержнем 23, осуществляется регулирование усилия прижатия редуционного клапана к седлу корпуса.

Диафрагма 25, установленная между корпусом 1 и крышкой 4, отделяет внутреннюю полость насоса, связанную с подводом топлива, от полости редуционной пружины 21. Эта полость для сообщения с атмосферой имеет в крышке 4 резьбовое отверстие под штуцер, закрытое заглушкой 5.

Перепускной клапан 19 служит для подачи топлива к двигателю под давлением через насос, минуя его качающий узел.

2.3. Работа насоса

Работа качающего узла. Ротор (рис.2.3) в двух взаимно перпендикулярных пазах имеет пластины, которые с одной стороны опираются на внутреннюю поверхность стакана, а с другой – на поверхность плавающего валика. Ротор с пластинами делит внутреннюю полость стакана на четыре объема. При вращении ротора величина этих объемов непрерывно меняется, так как оси вращения ротора и стакана с плавающим валиком не совпадают, и пластины, обкатываясь по плавающему валику, совершают возвратно-поступательное движение в радиальном направлении. Максимальное расстояние между концами пластин в одной плоскости будет соответствовать их вертикальному положению, а минимальное – горизонтальному. Поэтому объем, заключенный между двумя пластинами, при вращении ротора со стороны подвода (входа) насоса будет увеличиваться, а со стороны отвода (выхода) – уменьшаться. В увеличивающемся объеме создается разрежение, благодаря чему этот объем заполняется топливом. Из уменьшающегося объема топливо вытесняется в полость отвода насоса, создавая давление в напорном трубопроводе. Полная подача качающего узла зависит от частоты вращения ротора и давления топлива P_n в подводе насоса (рис.2.4).

Работа редуционного клапана. Редуционный клапан (рис.2.3.) разделяет полости подвода и отвода. Он прижимает к седлу корпуса пружиной с усилием $F_{пр}$. На клапан снизу действует абсолютное давление топлива P_t , а сверху – давление топлива в подводе насоса P_n , которое одновременно передается на нижнюю поверхность диафрагмы. На поверхность диафрагмы сверху действует атмосферное давление P_0 . Таким

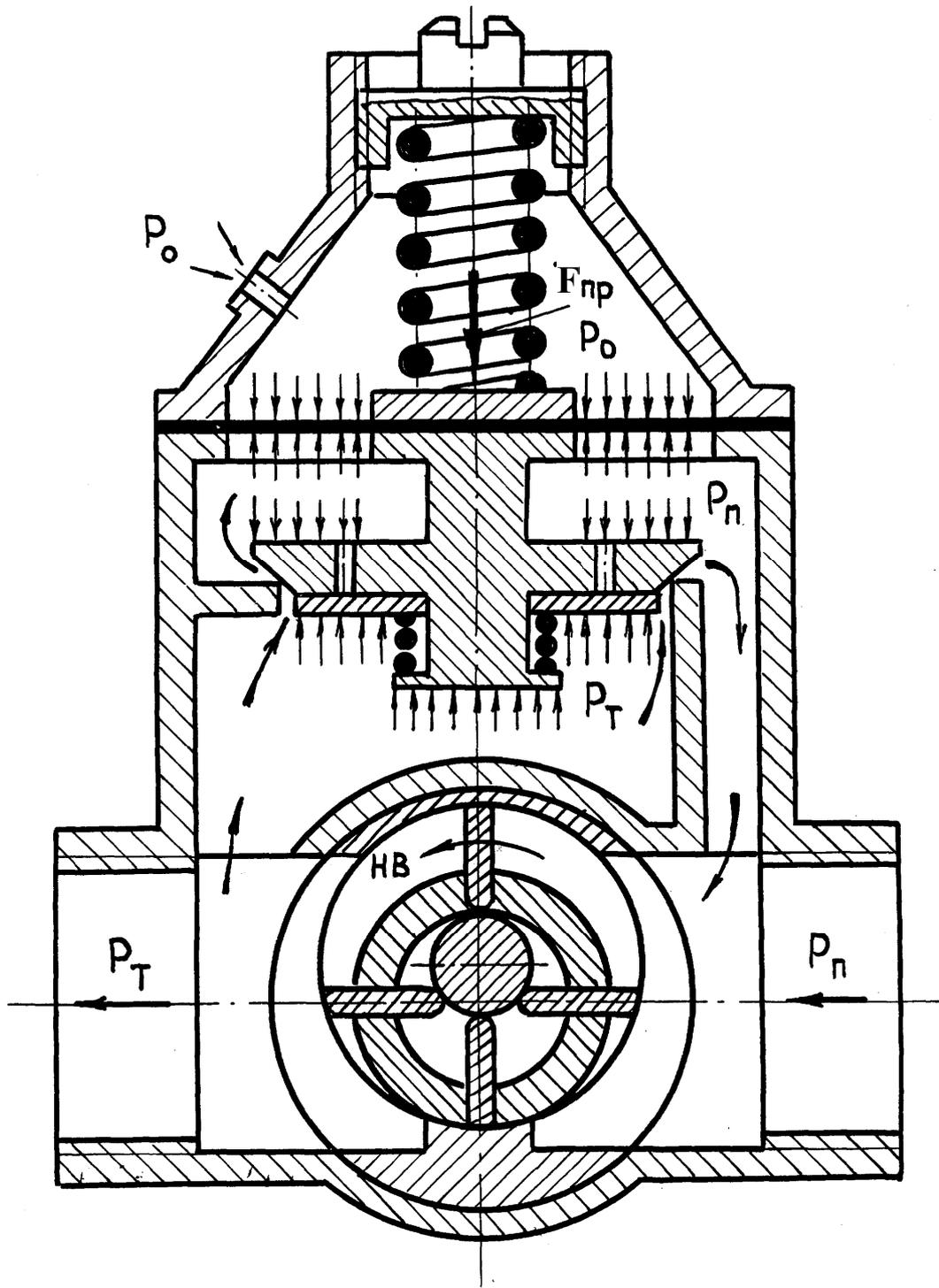


Рис. 2.3. Схема работы насоса БНК-12 БК

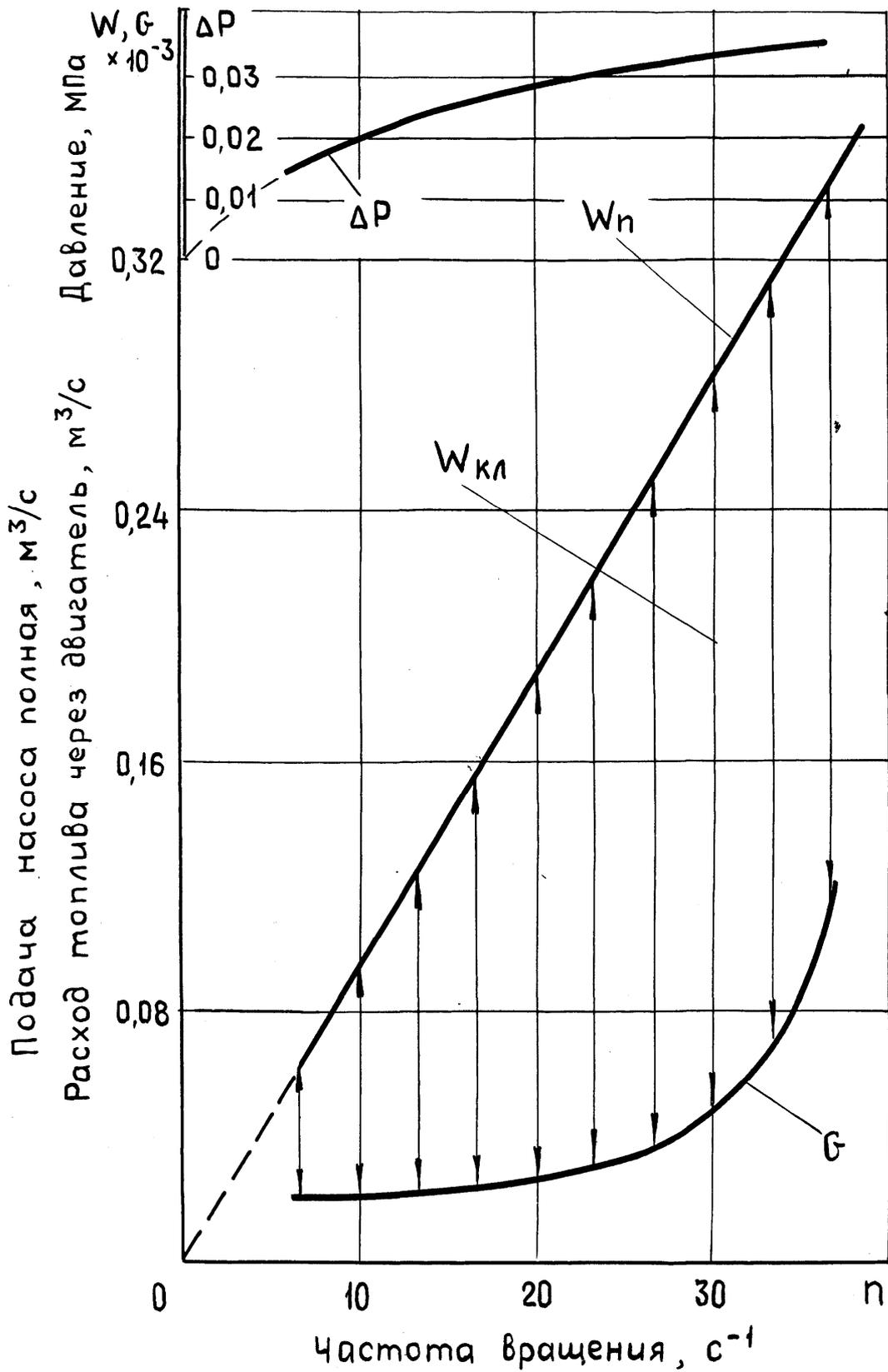


Рис.2.4. Характеристики подачи насоса (W_n), расхода топлива двигателя (G) и давления топлива (ΔP)

образом редукционный клапан оказывается нагруженным системой сил. Клапан будет находиться в равновесии, если

$$F_{\text{пр}} + P_o A_d + P_{\text{п}} A_{\text{кл}} = P_{\text{п}} A_d + P_{\text{т}} A_{\text{кл}} \quad (2.1.)$$

где A_d – площадь диафрагмы;
 $A_{\text{кл}}$ - площадь редукционного клапана.

Конструкция насоса выполнена таким образом, что эффективная площадь диафрагмы и площадь клапана равны, т.е.

$$P_{\text{п}} A_{\text{кл}} = P_{\text{п}} \cdot A_d \quad (2.2)$$

Тогда зависимость (2.1.) можно представить в виде

$$F_{\text{пр}} = (P_{\text{т}} - P_o) \cdot A_{\text{кл}} \quad (2.3)$$

или

$$F_{\text{пр}} = \Delta P \cdot A_{\text{кл}} \quad (2.4)$$

где ΔP – величина избыточного давления, показываемая манометром.

Редукционный клапан будет закрыт, если усилие, создаваемое избыточным давлением топлива в отводе насоса, будет меньше упругой силы пружины. Как только это усилие становится больше упругой силы пружины, редукционный клапан открывается и, поддерживая избыточное давление топлива постоянным, перепускает часть топлива из отвода в подвод насоса. Подача топлива насосом будет снижаться.

Снижение подачи топлива насосом определяется расходом топлива двигателем G при различных частотах его вращения, изменяющимся по закону кубической параболы (рис.2.4.). Поэтому редукционный клапан во время работы двигателя всегда открыт и перепускает избыток топлива $W_{\text{кл}}$ из отвода в подвод насоса. Такая особенность работы насоса обеспечивает устойчивость функционирования редукционного клапана и переходных процессов при смене режимов работы двигателя.

С увеличением частоты вращения ротора насоса и перепуска топлива через редукционный клапан подъем его над седлом корпуса изменяется, что приводит к большему сжатию пружины и повышению силы её упругости. При этом абсолютное давление топлива в отводе насоса $P_{\text{т}}$ возрастает. Так как наружное давление P_o остается постоянным, то избыточное давление ΔP (показываемое манометром) также будет увеличиваться (рис.2.4.).

2.4. Условия построения технологического процесса

При формировании технологического процесса приходится учитывать ряд требований, предъявляемых к работоспособности по условиям производства, эксплуатации и ремонта насосов. К таким требованиям относятся:

- гарантированное качество сборки насосов;
- герметичность соединений конструкции;
- функционирование отдельных сборочных единиц (узлов);
- соответствие характеристик насоса техническим требованиям;
- прогнозирование работоспособности насоса в эксплуатации.

В зависимости от назначения и особенностей эксплуатации могут быть и другие требования.

Качество сборки можно оценить в процессе приработки подвижных деталей конструкции насоса (процесс обкатки по ГОСТ 14658-86). Обкатка насоса позволяет оценить качество сборочных операций путем контроля величин потребляемой мощности, температуры корпуса и рабочей жидкости, уровня вибраций и шума, герметичности соединений корпуса и других параметров.

Оценка качества сборочных операций производится на этом этапе путем сравнения рабочих параметров с допускаемыми (предельными) параметрами и осуществлением визуального контроля герметичности соединений корпуса. Время процесса обкатки обычно находится в пределах от 0,5 до 10 часов. Режим обкатки назначается на основании опыта по достижении стабильных или оговоренных техническими условиями значений контролируемых параметров.

Так как качающий узел насоса является основным элементом, обеспечивающим подачу и давление топлива, то количественную оценку его качества сборки можно получить при определении разряжения в подводе насоса.

Снятие характеристики разряжения в подводе насоса от частоты вращения $P=f(n)$ позволяет получить значения параметров для расчетных режимов, а их сравнение с техническими требованиями – количественную оценку качества сборки качающего узла насоса.

Снижение величины разряжения в подводе насоса является следствием внутренней негерметичности, т.е. возможности прохода воздуха в полость подвода через зазоры в элементах конструкции качающего узла. Величина разряжения может уменьшиться также из-за негерметичности соединений корпуса – прохода воздуха из атмосферы через соединения крышки или штуцера подвода топлива.

Соответствие экспериментальных значений параметров величинам, оговоренным ТТ, подтверждает качество сборки насоса и дает возможность приступить к определению его работоспособности.

Функционирование качающего узла насоса находится в зависимости от полной подачи $W_{п}$, а также от полного давления $\Delta P_{п}$ и подачи W .

Полная подача определяется при свободном выходе рабочей жидкости из насоса, а полное давление и подача – при имитации потребления топлива двигателем. С целью получения показателей функционирования качающего узла насоса, необходимо снять характеристики:

1. $W_{\text{п}} = f(n)$;
2. $\Delta P_{\text{п}} = f(n)$, $N_{\text{потр.}} = f(n)$.

По данным характеристикам можно определить количественную оценку параметров на расчетных режимах, а по степени отклонения экспериментальных функциональных зависимостей от расчетных – дать прогноз о длительности сохранения работоспособности качающего узла и насоса в целом.

На этом этапе работ производится контроль герметичности соединений корпуса насоса.

Функционирование узла редукционного клапана проверяется после его регулирования с целью обеспечения давления в отводе насоса в соответствии с ТТ.

Проверка функционирования узла редукционного клапана осуществляется на основании анализа рабочих характеристик:

$$\Delta P_{\text{р}} = f(n); W_{\text{р}} = f(n).$$

Сравнение значений параметров на расчетных режимах с данными ТТ позволяет иметь количественную оценку при функционировании узла редукционного клапана. Степень несоответствия экспериментальных функциональных зависимостей расчетным дает возможность прогнозирования работоспособности узла редукционного клапана и насоса в целом.

3. РЕГЛАМЕНТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТОСПОБНОСТИ НАСОСА БНК-12БК

Регламент определения работоспособности насоса БНК-12БК представляет собой перечень работ, оформленных в виде таблицы в соответствии с действующими руководящими технологическими материалами (РТМ). Он является нормативным техническим документом (НТД).

Пункт регламента	Наименование объекта ремонта и содержание работы	Номер технологической карты	Контроль
1.12.01.00.	Насос БНК-12БК Определение работоспособности насоса БНК-12БК		
1.12.01.01	Подготовительные операции	1	Т
1.12.01.02	Обкатка	2	Т
1.12.01.03	Определение разрежения в подводе насоса	3	Т
1.12.01.04	Определение полной подачи насоса	4	Т
1.12.01.05	Определение полного давления и потребляемой мощности	5	Т
1.12.01.06	Регулирование редуционного клапана насоса	6	Т
1.12.01.07	Определение рабочих характеристик насоса	7	Т
1.12.01.08	Заключительные операции	8	Т

4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ СНЯТИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСОВ

Данная установка (рис.4.1) предназначена для снятия характеристик в объеме стендовых испытаний авиационных насосов и определения их работоспособности.

Установка включает в себя электрический привод насоса М с регулируемой частотой вращения, фильтр Ф, гаситель пульсаций ГП, баки расходный Б1 и мерный Б2, краны электромагнитные КЭ1-КЭ4, дроссель ДР, манометры МН1 и МН2, сигнализатор давления СД, расходомер РМ, вентили ВН1 и ВН2, указатели уровня УУ и частоты вращения УЧВ.

Используемый насос Н крепится к фланцу привода, после чего к нему подсоединяются гибкие шланги. Конструкция привода насоса позволяет замерять частоту вращения ротора насоса и потребляемую насосом мощность.

Установка работает следующим образом. Из расходного бака Б1 через перекрывной кран КЭ4 рабочая жидкость поступает к насосу Н и, проходя через фильтр Ф и гаситель пульсаций ГП, поступает к сигнализатору давления СД, расходомеру РМ, манометру МН1 и указателю температуры УТ. В зависимости от снимаемой характеристики рабочая жидкость направляется либо через дроссель ДР, имитирующий расход топлива через

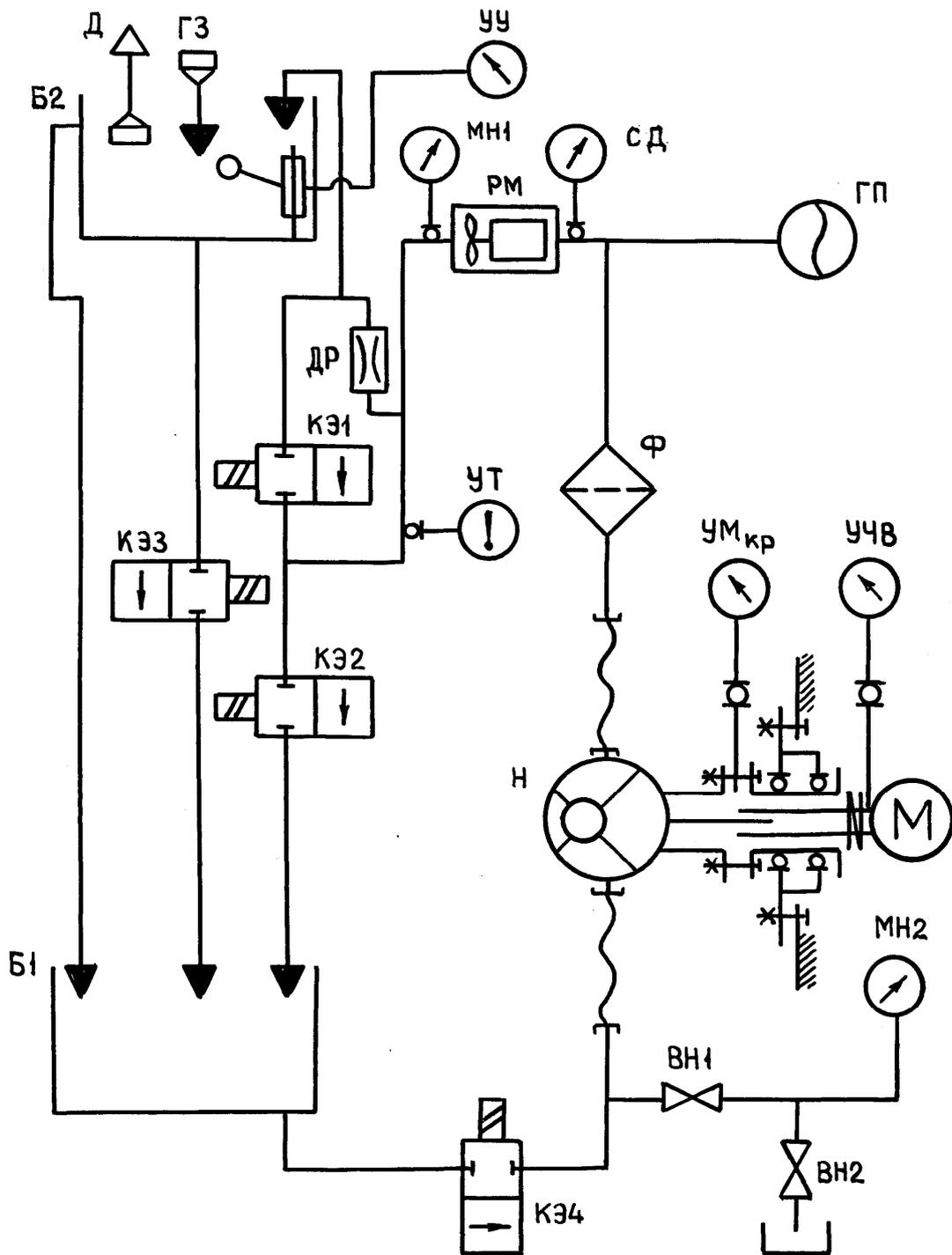


Рис. 4.1 Установка для снятия характеристик насосов.
Схема принципиальная гидравлическая

двигатель, в мерный бак Б2, либо через электромагнитный кран КЭ2 в расходный бак Б1.

В мерном баке Б2 имеются горловины – заправочная Г3 и дренажная Д и указатель уровня УУ.

Для снятия характеристики разрежения в установке имеется дополнительная линия связи с вентилями ВН1 и ВН2 и манометром МН2. Вентиль ВН1 соединяет трубопровод перед насосом с манометром МН2, а ВН2 – с атмосферой.

4.1. Панель отображения информации установки

На панели отображения информации (см. рис.4.2.) расположены сигнализатор давления 12, манометры «Разрежение» 29 и «Давление» 30, микроамперметры «Момент» 27, «Температура» 28, «Давление» 31, «Разрежение» 32, вольтметр «Потребляемое напряжение» 33, амперметр «Потребляемый ток» 34, гнезда подключения «Вольтметр Р» 36, «Вольтметр Р» 37, «Частотомер п» 38, «Частотомер G» 39 и стекло защитное 40.

4.2. Панель управления

На панели управления установкой (рис.4.3.) расположены кнопки «Сеть» 1 и «Стоп» 2, сигнализатор «Сеть» 13; выключатели и световые табло «Приборы» 3 и 17, «Управление» 4 и 18, «Привод» 5 и 19; выключатели электромагнитных кранов и световые табло «Расходный бак» 7 и 20, «Мерный бак» 8 и 21, «Слив» 9 и 22, «Перекрывной кран» 10 и 23; переключатель «Направление вращения» 6; вентили «Разрежение» 24 и «Атмосфера» 25; ручка регулирования частоты вращения 26.

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАСОСА БНК-12БК

Технологические указания по определению работоспособности насоса БНК-12БК представлены в виде технологических карт в соответствии с действующими руководящими технологическими материалами и требованиями ГОСТа.

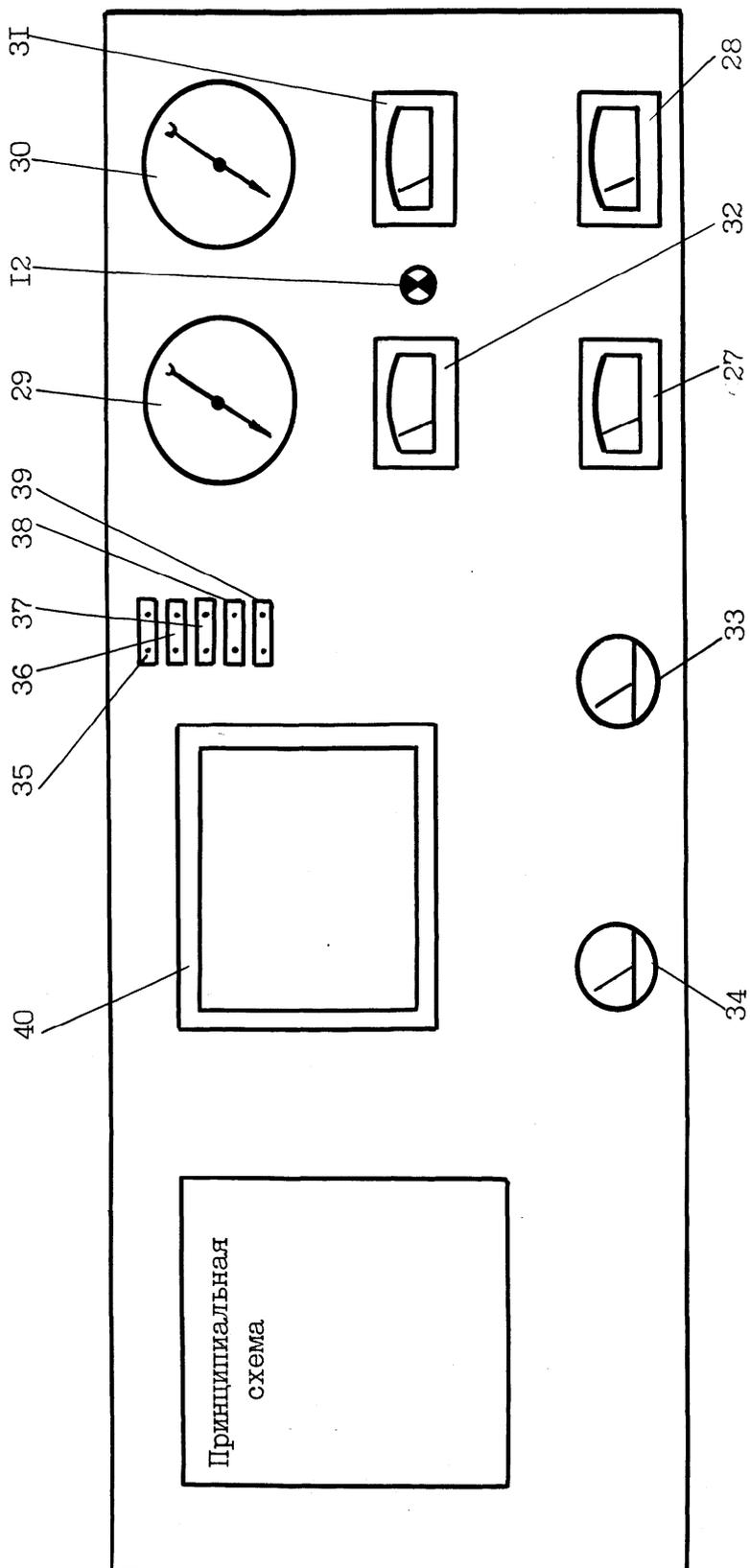


Рис. 4.2. Панель отображения информации

12- сигнализатор давления; 27- «Момент»; 28- «Температура»; 32-«Разрежение»; 30- «Давление»; гнезда подключения; 35- «Вольтметр М»; 36- «ВольтметрР»; 37- «ВольтметрР»; 38- «Частотометр л»; 39-«Частотометр G»; 33- вольтметр «Потребляемое напряжение»; 34- амперметр «Потребляемый ток»; 40- стекло защитное

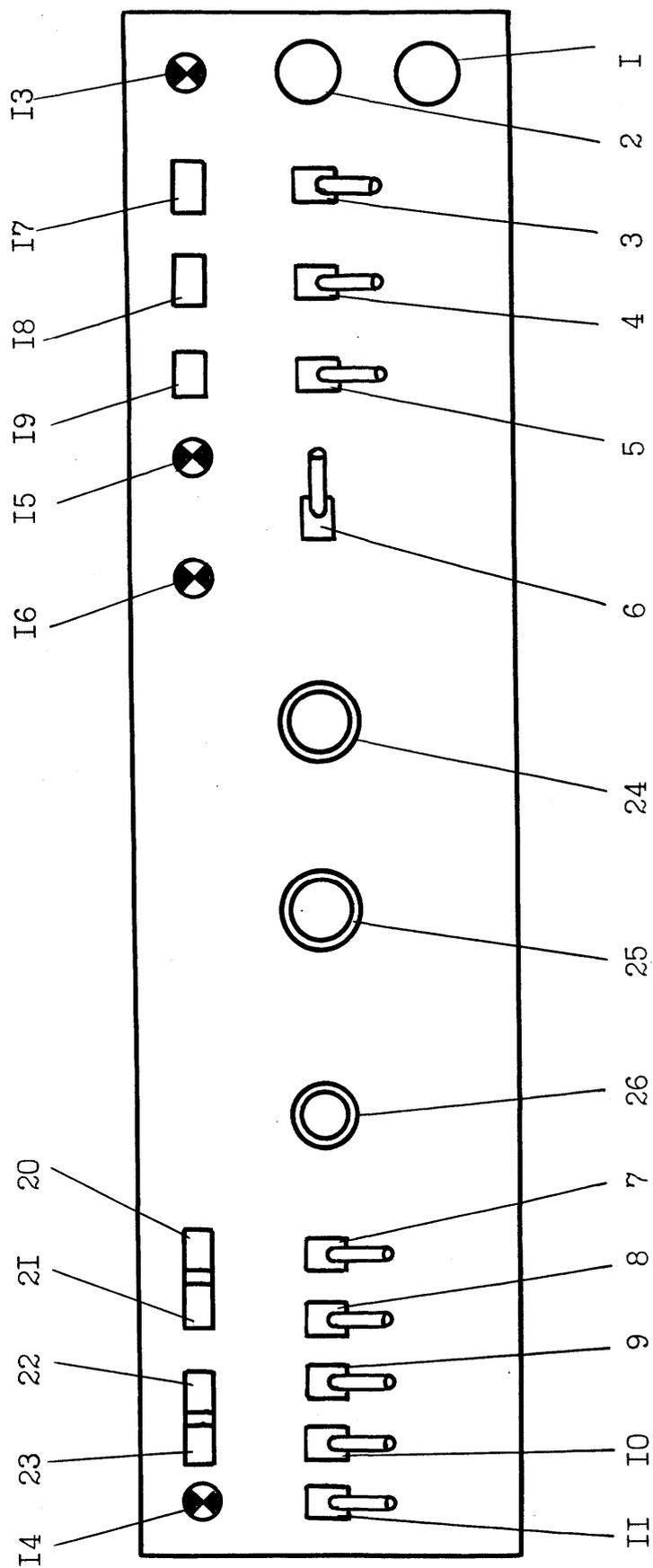


Рис.4.3. Панель управления

1-«Сеть»; 2-«Стоп»; выключатели: 3-«Приборы»,4-«Управление», 5- «Привод», 7- «Расходный бак», 8- «Мерный бак», 9-«Слив», 10-«Перекрывной кран», 11- «Подсветка»; сигнализаторы: 13-«Сеть». 14-«Подсветка», 15- «Левое вращение», 16- «Правое вращение»; световое табло: 17-«Приборы», 18- «Управление», 19-«Привод», 20- «Расход», 21- «Мерный», 22-«Слив», 23- «Перекрывной»; краны: 24- «Разрежение», 25- «Атмосфера», 6- переключатель «Направление вращения», 26- ручка «Частота вращения»

Пункт РИ 1.12.01.01.	Технологическая карта №1		На страницах	
	Наименование работы	Подготовительные операции на установке	Трудоемкость чел. - ч	Конт- роль
		Содержание операции и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от (ТТ)	
		<ol style="list-style-type: none"> 1.Снять защитное стекло 40 с лицевой панели установки (рис.4.2.) 2.Установить испытуемый насос на шпильки фланца привода 3.Присоединить гибкие трубопроводы подвода и отвода насоса и произвести затяжку ниппельных гаек 4.Удалить посторонние предметы и инструмент из рабочей камеры установки 5.Поставить переключатель «Направление вращения» 6 (рис.4.3.) в положение, соответствующее направлению вращения испытуемого насоса 6.Установить ручку регулирования частоты вращения 26 против часовой стрелки в крайнее положение 7.Закрывать вентили «Разряжение» 24 и «Атмосфера» 25 8.Поставить в положение «Выкл.» включатели «Приборы» 3, «Управление» 4, «Привод» 5, «Перекрывной кран» 10, «Расходный бак» 7, «Мерный бак» 8, «Слив» 9, «Подсветка 9.Подключить кабель установки к силовой розетке (220 В, 50 Гц) и шнуры питания частотомера и осциллографа к электросети питания 		<p>Т</p>

Пункт РИ 1.12.01.01.	Технологическая карта №1		На страницах 20-21	
Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от (ТТ)	Конт- роль	
<p>10. Подключить соединительные кабели частотомеров к гнездам «Частотомер n» 38 и «Частотомер G» 39. Поставить в положение «Вкл.» выключатели частотомеров и осциллографа и прогреть их в течение 30 минут</p> <p>11. Подать питание к блоку управления установки, нажав на панели управления кнопку «Сеть» 2 (рис.4.3).</p>			Т	Т
Контрольно-проверочная аппаратура (КПА)	Инструменты и приспособления	Расходные материалы		
<p>Частотомер ЧЗ-34</p> <p>Частотомер ЧЗ-57</p> <p>Осциллограф</p>	<p>Ключ гаечный S=12x14; 32x36</p> <p>Ключ СП41/М-64953</p> <p>Отвертка 9ПН/М-64953</p>	<p>Гайка М8 – 4 шт.</p> <p>Шайба 8.01 – 4 шт.</p>		

Пункт РИ 1.12.01.02.	Технологическая карта №2	На страницах	
Наименование работы	Обкатка	Трудоемкость чел. - ч	
Содержание операции и технические требования		Работы, выполняемые при отклонениях от (ТТ)	Конт- роль
<p>1. Ослабить контровочную гайку винта редукционного клапана, вернуть регулировочный винт до упора и законтрить его гайкой</p> <p>2. Установить защитное стекло на лицевой панели установки</p> <p>3. Поставить в положение «Вкл.» (рис.4.3) выключатели «Перекрывной кран» 10, «Расходный бак» 7, «Приборы» 3, «Управление» 4, «Подсветка» 11 и «Привод» 5.</p> <p>4. Довести частоту вращения ротора насоса плавным поворотом ручки 26 по часовой стрелке до $n=10 \text{ с}^{-1}$ (600 мин^{-1}). При этом контролировать наличие посторонних шумов, бо́го из указанных температурное состояние и герметичность соединений корпуса насоса. Наличие дефектов снизить частоту вращения до минимальной и посторонних шумов, увеличение температуры рабочей жидкости более 60°C и ее подтеканий в соединениях корпуса НЕ ДОПУСКАЕТСЯ. Температуру до выключателя «Привод» поставить в положение «Выкл.», насос снять и отправить на переборку с указанием дефекта.</p> <p>5. Увеличить частоту вращения ротора насоса вращением ручки 26 до $n=20 \text{ с}^{-1}$ (1200 мин^{-1}). Данный режим в течение 30 мин. При этом контролировать величину герметичность соединений корпуса и температуру рабочей жидкости в отводе. Подтекание в соединениях корпуса и температура рабочей жидкости выше 60°C НЕ ДОПУСКАЕТСЯ. Температуру контролировать по микроамперметру «Температура 28 (рис.4.2)</p> <p>6. Уменьшить частоту вращения ротора насоса до минимальной и выключить установку выключателем «Привод».</p>	<p>При появлении лю-бого из указан-ных дефектов снизить частоту враще-ния до минимальной и выключатель «Привод» поставить в положение «Выкл.», насос снять и отпра-вить на переборку с указанием дефекта.</p> <p>При появлении от-клонений выпол-нить работы, указанные в п.4 настоящей ТК.</p>	<p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p>	<p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p>

Пункт РИ 1.12.01.03.	Технологическая карта №3	На страницах	
Наименование работы	Определение разрежения в подводе насоса	Трудоемкость чел. - ч	
Содержание операции и технические требования		Работы, выполняемые при отклонениях от (ТТ)	Конт- роль
<p>1. Поставить переключатели (рис.4.3.) «Перекрывной кран» 10 в положение «Выкл.», а «Привод» 5 – в положение «Вкл.»</p> <p>2. Установить ручкой 26 частоту вращения ротора равной 20 с^{-1} (1200 мин^{-1}) и выдержать в течение 20с для удаления рабочей жидкости из магистрали подвода. Уменьшить частоту вращения ротора до $n=10\text{ с}^{-1}$ (600 мин^{-1}) и открыть вентили «Разрежение» 24 и «Атмосфера» 25 (рис.4.3)</p> <p>3. Снизить частоту вращения ротора до минимальной, закрыть вентили «Разрежение» 24 и «Атмосфера» 25.</p> <p>4. Увеличить ручкой 26 частоту вращения ротора до $n=10$ (600 мин^{-1}) и открыть вентиль «Разряжение» 24 на 3-4 оборота</p> <p>5. Плавно увеличивать ручкой 26 частоту вращения ротора до $n=40\text{ с}^{-1}$ (2400 мин^{-1}), снимая через каждые 5 с^{-1} (300 мин^{-1}) показания манометра «Разрежение» 30 (рис.4.2.). Данные показаний занести в табл. (Приложение).</p> <p>Разрежение в подводе при частоте вращения 40 с^{-1} (2400 мин^{-1}) должно быть не менее $0,045\text{ МПа}$ ($0,45\text{ кгс/см}^2$)</p> <p>6. Снизить ручкой 23 частоту вращения ротора до минимальной. Закрыть вентиль «Разрежение» 24, вентиль «Атмосфера» 25 открыть. Выключатель 5 поставить в положение «Выкл.»</p>		<p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>При наличии отклонения насос снять и отправить на переборку с указанием дефекта.</p>	<p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p>

Пункт РИ 1.12.01.04.	Технологическая карта №4	На страницах	
Наименование работы	Определение полной подачи насоса *	Трудоемкость чел. - ч	
Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от (ТТ)	Конт- роль
<p>1.Поставить выключатели (рис.4.3) «Перекрывной кран» 10 и «Привод» 5 в положение «Вкл.». Установить ручкой 26 частоту вращения ротора 10 с^{-1} (600 мин^{-1}).</p> <p>2.Плавно увеличивать ручкой 26 частоту вращения ротора до $n=36,7 \text{ с}^{-1}$ (2200 мин^{-1}), снимая через каждые 5 с^{-1} (300 мин^{-1}) показания частотомера, указывающего подачу насоса (рис.4.2). Данные показаний занести в табл. (Приложение).</p> <p>Полная подача при частоте вращения 40 с^{-1} (2400 мин^{-1}) должна быть не менее $0,345 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$ ($1200 \text{ дм}^3/\text{ч}$).</p> <p>3.Снизить частоту вращения ротора ручкой 26 до минимальной. Поставить выключатель «Привод» 5 в положение «Выкл.».</p>		<p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>При наличии лю-бого отклонения уменьшить частоту вращения до минимальной и выключить привод. Насос снять и отправить на переборку с указанием дефекта.</p>	<p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p>
<p>*200 делений частотомера соответствуют $1360 \text{ дм}^3/\text{ч}$ или $6,8 \text{ дм}^3/\text{ч}/\text{дел!}$</p>			

Пункт РИ 1.12.01.05. Наименование работы	Технологическая карта №5 Определение полного давления и потребления мощности	На страницах	
		Трудоемкость чел. - ч	Работы, выполняемые при отклонениях от (ТТ)
<p>Содержание операции и технические требования (ТТ)</p> <p>1.Поставить выключатели (рис.4.3.) «Расходный бак» 7, «Мерный бак» 8 в положение «Выкл.», а «Слив» 9, «Привод» 5 в положение «Вкл. Установить ручкой 26 частоту вращения ротора 10 с⁻¹ (600 мин⁻¹), 2.Плавно увеличить ручкой 26 частоту вращения ротора до n=40 с⁻¹ (2400 мин⁻¹), снимая через каждые 3,3 с⁻¹ (200 мин⁻¹) показания манометра «Давление» 30, силу тока и напряжение. Данные показаний занести в табл. (Приложение). При частоте вращения 40 с⁻¹ (2400 мин⁻¹) насос должен обеспечивать давление рабочей жидкости не менее 0,072 МПа (0,72 кгс/см²), потребление мощности не более 368 Вт * Подтекание жидкости из соединений корпуса НЕ ДОПУСКАЕТСЯ.</p> <p>3.Снизить ручкой 26 частоту вращения ротора до минимальной. Поставить выключатель «Привод» 5 в положение «Выкл.»</p>			Т
<ul style="list-style-type: none"> • $N_{\text{погр.}} = K \cdot J \cdot V$, где K- коэффициент тепловых потерь. При установленном режиме работы электродвигателя K=0,92. 		<p>При появлении любого отклонения снизить частоту вращения до минимальной и включить привод. Насос снять и отправить на переборку с указанием дефекта.</p>	Т

Пункт РИ 1.12.01.06.	Технологическая карта №6	На страницах	
Наименование работы	Регулирование редуccionного клапана насоса	Трудоемкость чел. - ч	
Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от (ТТ)	Конт- роль
<ol style="list-style-type: none"> 1. Снять защитное стекло с лицевой панели установки 2. Ослабить контрольную гайку винта редуccionного клапана насоса 3. Поставить выключатель «Привод» 5 в положение «Вкл.». Установить ручкой 26 частоту вращения ротора 40 с^{-1} (2400 мин^{-1}). 4. Отрегулировать давление рабочей жидкости вращением регулировочного винта редуccionного клапана против часовой стрелки в пределах $0,030 \dots 0,035 \text{ МПа}$ ($0,30 \dots 0,35 \text{ кгс/см}^2$). 5. Затянуть контрольную гайку регулировочного винта. 6. Поставить защитное стекло на лицевой панели установки 7. Плавно уменьшить частоту вращения ротора ручкой 26 до $n=10 \text{ с}^{-1}$ (600 мин^{-1}). Проконтролировать изменение давления рабочей жидкости. 8. Давление должно поддерживаться в пределах регулировочного допуска до частоты вращения 15 с^{-1} (900 мин^{-1}) 		<p>При наличии отклонения снизить частоту вращения до минимальной и выключить привод. Насос снять и отправить на перекладку с указанием дефекта.</p>	<p>Т Т Т Т Т Т Т Т</p>

Пункт РИ 1.12.01.07.	Технологическая карта №7	На страницах	
Наименование работы	Определение рабочих характеристик насоса	Трудоемкость чел. - ч	
Содержание операции и технические требования (ТТ)		Работы, выполняемые при отклонениях от (ТТ)	Конт- роль
<p>1. Плавно увеличивать ручкой 26 (рис.4.3.) частоту вращения ротора до $n=40 \text{ с}^{-1}$ (2400 мин^{-1}), снимая через каждые 5 с^{-1} (300 мин^{-1}) показания манометра «Давление» 30 (рис.4.2.) и индикатора частотомера, указывающего подачу насоса. Данные показаний занести в табл. (Приложение)</p> <p>При частоте вращения ротора 40 с^{-1} (2400 мин^{-1}) подача насоса должна быть не менее $0,12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ ($430 \text{ дм}^3/\text{ч}$), при давлении в линии нагнетания $0,030 \dots 0,035 \text{ МПа}$ ($0,30 \dots 0,35 \text{ кгс/см}^2$).</p> <p>2. Снизить ручкой 26 частоту вращения ротора до минимальной. Поставить выключатель «Привод» 5 в положение «Выкл.»</p>		<p>При наличии отклонения снизить частоту вращения до минимальной и выключить привод. Насос снять и отправить на переборку с указанием дефекта.</p>	<p>Т</p> <p>Т</p>

Пункт РИ 1.12.01.08. Наименование работы	Технологическая карта №8 Заключительные операции	На страницах		
		Трудоемкость чел. - ч	Работы, выполняемые при отклонениях от (ТТ)	Конт- роль
<p>Содержание операции и технические требования (ТТ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поставить выключатели (рис.4.3.) «Подсветка» 11, «Перекрывной кран» 10, «Управление» 4, «Приборы» 3 в положение «Выкл.» 2. Отключить установку, нажав на кнопку «Стоп» 1. Отсоединить кабель установки от силовой розетки электросети. 3. Поставить выключатели «Сеть» частотомеров и осциллографа в положение «Выкл.» 4. Снять защитное стекло с лицевой панели установки. 5. Отсоединить гибкие трубопроводы от штуцеров насоса. Снять насос с фланца привода. 6. Установить на штуцеры насоса и в гайки гибких трубопроводов предохранительные заглушки и убрать инструмент. 7. Поставить защитное стекло на лицевую панель установки. 				<p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p> <p>Т</p>

6. ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Для построения графических зависимостей сначала следует подготовить табличные данные, которые вводятся в ЭВМ.

Затем необходимо, используя программу «Statgraf» ввести табличные данные и произвести статистическую обработку (регрессионный и корреляционный анализ); вывести результаты обработки на печать; по уравнениям регрессии построить графические зависимости; проанализировать графические зависимости путем сравнения с теоретическими (расчетными) или базовыми (опытными) и дать заключение о функционировании отдельных узлов, работоспособности и насоса в целом.

7. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

1. Характеристику видов работ, проводимых с целью определения работоспособности насоса.

2. Экспериментальные функциональные зависимости и выводы на основе их анализа о состоянии отдельных сборочных единиц (узлов).

3. Заключение о работоспособности насоса.

В случае установления неисправностей или дефектов необходимо дать их перечень с указанием методов устранения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башта Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов. 2-е изд., перераб. М.: Машиностроение, 1982, 423 с.

2. Лабазин П.С. Авиационный двигатель АШ-62ИР. М.: Транспорт, 1972. 384 с.

3. Миронов А.Д., Лапин А.А., Меерович Г.Ш., Зайцев Ю.И. Задачи и структура летных испытаний самолетов и вертолетов. Справоч. Б-ка авиац. инженера-испытателя /Под ред. А.Д. Миронова. М.: Машиностроение, 1982. 144 с.

4. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов /Под ред. Д.Н. Решетова. М.: Высш. шк., 1988. 238 с.

5. Яременко О.В. Испытания насосов: Справоч. Пособие. М.: Машиностроение, 1976. 255 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Параметры, определяемые в процессе испытаний насоса БНК-12

Частота вращения N	Разрежение -P		Подача полная $W_{п} = k \times f$		Давление полное P _п		Ток J	Напр. U	Мощн. $N = J \times U$	КПД* $A_{гд} / A_{пол}$	Давление регулируемое P _р		Подача регулируемая W _р	
	кгс/см ²	МПа	Гц	м ³ /с	кгс/см ²	МПа					кгс/см ²	МПа	Гц	м ³ /с
Гц														
0														
10														
15														
20														
25														
30														
35														
40														

*) $A_{гд}$ – полезная гидравлическая работа. $A_{гд} = P_{п} \times W_{п}$; где $P_{п}$ в Па ($1 \text{ кгс/см}^2 = 10^5 \text{ Па}$);
 $W_{п} = k \times f$, в м³/с, где $k = 1,45 \cdot 10^{-6}$, f - частота выходного сигнала турбинного расходомера, частота f в Гц.
 $A_{пол}$ – полная работа. $A_{пол} = J \times U$. С учетом тепловых потерь на установившемся режиме работы
 электродвигателя
 привода $A_{пол} = 0.92 J \times U$, где J и U - измеряемые параметры.
 КПД насоса: $\eta = A_{гд} / A_{пол}$; $\eta = P_{п} \times W_{п} / 0.92 J \times U$.

Учебное издание.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
АВИАЦИОННЫХ НАСОСОВ**

Методические указания

Составитель Каршин Дмитрий Валентинович

Самарский государственный аэрокосмический университет
Имени академика С.П.Королева
443086 Самара, Московское шоссе, 34