ГОСТ 28413-89

Группа Г19

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

НАСОСЫ ОБЪЕМНЫЕ И ГИДРОМОТОРЫ ДЛЯ ГИДРОПРИВОДОВ

Методы ускоренных испытаний на безотказность

Hydraulic drive volumetrie pumps and motors. Methods of accelerated tests for reliability

МКС 23.100.10
ОКП 41 4100, 41 4200

Дата введения 1991-07-01

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по управлению качеством продукции и стандартам

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 27.12.89 N 4153

3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, раздела
ГОСТ 12.2.040-79	Разд.6
ГОСТ 17108-86	1.2, 1.3
ГОСТ 17216-2001	3.5

5. ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2005 г.

Настоящий стандарт распространяется на объемные насосы и гидромоторы (далее - гидромашины) для гидроприводов и устанавливает методы их ускоренных испытаний на безотказность.

Термины, применяемые в настоящем стандарте, их пояснения приведены в приложении 1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Целью ускоренных испытаний является установление вероятности безотказной работы гидромашин в течение заданной наработки. При этом под отказом понимают внезапные (а не постепенные) отказы.

1.2. Измерение параметров при испытаниях - по ГОСТ 17108.

1.3. Погрешность измерения параметров - по ГОСТ 17108, группа точности 2.

1.4. Ускоренным испытаниям подвергают гидромашины, прошедшие обкатку и приемосдаточные испытания.

1.5. Число образцов, подвергаемых ускоренным испытаниям, должно быть не менее 3. Достаточность количества образцов проверяют в соответствии с разд.5.

1.6. Все отказы в гидромашинах делят на отказы типа 1 и типа 2.

1.7. К отказам типа 1 относят внезапные отказы, связанные с нарушением теплового равновесия в парах трения, следствием чего является интенсивный износ в виде задиров, заедания, схватывания поверхностей.

1.8. К отказам типа 2 относят внезапные отказы, связанные с усталостным разрушением деталей гидромашин.

2. МЕТОДЫ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ГИДРОМАШИН НА ОТКАЗЫ ТИПА 1

2.1. Целью данного этапа испытаний является получение значений вероятности (P_1) безотказной работы гидромашин на отказы типа 1.

Выбор метода ускоренных испытаний на отказы типа 1 зависит от характера контакта поверхностей трения, в которых возможно возникновение отказов этого типа.

2.1.1. К первой группе гидромашин по отказам типа 1 относят гидромашины, в которых преобладают потери момента в парах трения с точечным или линейным контактом деталей. К таким можно отнести все пластинчатые гидромашины, аксиально-поршневые и радиально-поршневые гидромашины с точечным контактом поршней со статором.

2.1.2. Ко второй группе гидромашин по отказам типа 1 относят гидромашины, в которых преобладают потери момента в парах трения с поверхностным контактом деталей.

2.2. Методы испытания на отказы типа 1 гидромашин по п.2.1.1

2.2.1. Испытания проводят на стенде (черт.1, 2 приложения 2) при постоянной номинальной частоте вращения и температуре рабочей жидкости и переменном давлении. Количество значений давления, при которых записывают показания приборов, должно быть не менее 10, причем интервалы давления выбирают при приближении к максимальному значению давления. При испытании фиксируют значение следующих показателей:

давления нагнетания p;

частоты вращения ω;

крутящего момента на валу M;

температуры рабочей жидкости на входе в гидромашину t_1;

температуры корпуса гидромашины t_2.

2.2.2. Испытание по п.2.2.1 повторяют при частоте вращения минимальной для данной гидромашины, максимальной и при трех промежуточных значениях. Температуру рабочей жидкости поддерживают на верхнем допустимом пределе.

2.2.3. Обработка результатов испытаний

2.2.3.1. Для каждого набора измеренных показателей, соответствующих одному режиму испытаний, вычисляют значения параметров:

потери момента ΔM как разность между действительным и теоретическим значением момента на валу гидромашины;

отношение потерь момента к величине давления нагнетания, $\frac{\Delta M}{p}$;

значение критерия Герси $\lambda = \frac{\mu \cdot \omega}{p}$.

2.2.3.2. Строят графическую зависимость для каждой частоты вращения (черт.3 приложения 2).

2.2.3.3. К каждой из кривых $\Delta M / p = f(\lambda)$ проводят вертикальные касательные до пересечения с осью λ. Все полученные значения выстраивают в вариационный ряд в порядке возрастания: λ_1, λ_2, ..., λ_j.

2.2.3.4. Наносят на вероятностную сетку значения вероятности, соответствующие каждому значению Герси (черт.4 приложения 2).

2.2.3.5. Вычисляют значения давления и частоты вращения, соответствующие значениям критерия Герси при $\mu = \mu_{\min}$. В координатах $p = f(\omega)$ наносят линии равной вероятности безотказной работы гидромашины по отказам типа 1 (черт.5 приложения 2).

2.3. Методы ускоренных испытаний гидромашин на отказы типа 1, в которых преобладают потери момента в парах трения с поверхностным контактом деталей

2.3.1. Случай, когда пары трения являются уплотняющими прецизионными парами с компенсацией зазоров.

К таким парам трения относят, например, в шестеренных гидромашинах: торцы шестерен и прилегающих к ним деталей; в аксиально-поршневых гидромашинах: торец блока цилиндров и торец распределителя; торцы подпятников - упорный диск и другие; в пластинчатых гидромашинах: торцы ротора и распределительных дисков и др.

2.3.1.1. Порядок проведения испытаний.

Испытания проводят, как указано в пп.2.2.1 и 2.2.2, при 5-6 значениях температуры рабочей жидкости.

Кроме того, измеряют подачу насоса или расход гидромотора.

2.3.1.2. Обработка результатов испытаний.

2.3.1.3. Для каждого набора измеренных показателей, соответствующих одному режиму испытаний, вычисляют значения следующих параметров:

потери момента ΔM как разность между действительным и теоретическим значением на валу гидромашины;

объемные потери ΔQ как разность теоретической и действительной подачи для насосов и разность между действительным и теоретическим расходом для гидромотора;

отношение объемных потерь ΔQ к давлению нагнетания $\Delta Q / p$.

2.3.1.4. Для каждого значения частоты вращения строят графическую зависимость $\Delta M = f(\Delta Q / p)$. Находят наименьшие значения $(\Delta Q / p)_{\min}$, т.е. точки, в которых касательные к кривым вертикальны (черт.6 приложения 2).

2.3.1.5. Значения $(\Delta Q / p)_{\min}$, полученных при одной частоте вращения, но разной температуре, располагают в порядке возрастания $(\Delta Q / p)_{1\min}$, $(\Delta Q / p)_{2\min}$, ..., $(\Delta Q / p)_{j\min}$.

2.3.1.6. Наносят на вероятностную сетку значения вероятности P, соответствующие каждому значению $(\Delta Q / p)_{\min}$ (черт.7 приложения 2).

2.3.1.7. Соединяют плавными линиями точки, соответствующие постоянной частоте вращения.

2.3.1.8. Пересекают горизонтальными прямыми линии по п.2.3.1.7 и находят пары значений давления и частоты вращения, соответствующие одинаковой вероятности безотказной работы (по отказам типа 1).

2.3.1.9. Строят графики зависимостир $p = f(\omega)$ (черт.8 приложения 2), соответствующие линиям равной вероятности безотказной работы гидромашины, используя данные п.2.3.1.8.

2.3.2. Случай, когда пары трения не являются уплотняющими

К таким случаям относятся, например, подшипники скольжения в шестеренных гидромашинах.

2.3.2.1. Порядок проведения испытаний.

Испытания проводят, как указано в пп.2.2.1 и 2.2.2.

2.3.2.2. Обработка результатов испытаний.

2.3.2.2.1. Для каждого набора измеренных показателей, соответствующих одному режиму испытаний, вычисляют значения следующих параметров:

потери момента ΔM как разность между действительным и теоретическим значениями момента на валу гидромашины

$\Delta M = / M_{д} - M_{т} /$;

отношение потерь момента к давлению нагнетания $\Delta M / p$;

отношение частоты вращения к давлению нагнетания ω / p;

разность температуры рабочей жидкости на входе t_1 и корпусе t_2 гидромашины - Δt.

2.3.2.2.2. Строят график зависимости $\Delta M / p = f\left(\frac{\omega}{p}\right)$ (черт.9 приложения 2) для каждого значения частоты вращения и температуры.

2.3.2.2.3. На каждом из графиков по п.2.3.2.2.2 находят минимальное значение (ω / p), соответствующее режиму, опасному с точки зрения отказа типа 1: на этом режиме график изменения разности температуры $\Delta t = f(\omega / p)$ имеет вертикальную касательную.

2.3.2.2.4. Выстраивают в вариационные ряды полученные по п.2.3.2.2.3 значения $\left(\frac{\omega}{p}\right)_{\min}$, соответствующие каждому из частот вращения и разным температурам рабочей жидкости на входе в гидромашину, и наносят их на вероятностную сетку в координатах $P = f\left(\frac{\omega}{p}\right)_{\min}$ (черт.10 приложения 2). Рассекают горизонтальными линиями графики зависимости $p = f\left(\frac{\omega}{p}\right)_{\min}$ и получают точки равной вероятности отказов типа 1 (черт.11 приложения 2).

2.4. После окончания испытаний гидромашин на отказы типа 1 для каждого значения частоты вращения за допустимое значение давления принимают наименьшее, полученное по пп.2.1.1, 2.3.1 и 2.3.2.

3. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ГИДРОМАШИН НА ОТКАЗЫ ТИПА 2

3.1. Целью этого этапа испытания является получение значения вероятности (P_2) безотказной работы гидромашин по усталостным разрушениям (отказы типа 2).

3.2. Перед началом испытаний все детали гидромашины, подверженные усталостным разрушениям, следует разделить на группы, каждая из которых отличается характером накопления повреждений.

3.2.1. Детали, напряжения в которых постоянны при неизменном давлении в напорной линии гидромашины (например, корпуса, крышки, распределительные диски, валы и др.).

3.2.2. Детали, напряжения в которых изменяются по величине при неизменном давлении в напорной линии, причем величина напряжений пропорциональна давлению (например, роторы, поршни и др.).

3.2.3. Детали, напряжения в которых изменяются при неизменном давлении в напорной линии и эти напряжения не зависят от величины давления (например, пружины).

3.3. Остальные детали гидромашины могут быть отнесены к следующим группам:

3.3.1. Детали, подверженные изнашиванию.

3.3.2. Детали, подверженные старению.

3.4. На основании результатов испытаний гидромашин на отказы типа 1 следует выбрать режим нагружения, исходя из вероятности безотказной работы (P_1) не менее 99%, при максимальной мощности гидромашины. Таким требованиям удовлетворяет режим при максимальном давлении нагнетания p_1, частоте вращения ω_1 и вязкости рабочей жидкости μ_1. При этом для насосов обязательна проверка на отсутствие кавитации на входе в насос.

3.5. На первом этапе испытаний от постороннего источника подают рабочую жидкость в полость нагнетания испытуемой гидромашины при застопоренном вале. Измеряют утечки рабочей жидкости ΔQ при номинальном давлении $p_{\text{ном}}$, затем давление повышают до p_1 по п.3.4 и выдерживают в течение 30 с. Давление снижают, вновь измеряют утечки. Если утечки не увеличивались более чем на 5%-10%, что свидетельствует об отсутствии остаточных деформаций деталей, изготовленных из пластичных материалов, то можно переходить к следующему этапу испытаний.

Рабочая жидкость, применяемая при этом испытании, должна быть очищена от всех механических примесей до класса чистоты по ГОСТ 17216 на 2 класса меньшего, чем это рекомендовано НТД на испытуемую гидромашину.

3.6. Следующий этап испытаний осуществляют на стенде, схема которого представлена на черт.12 приложения 2 для насосов и черт.13 приложения 2 - для гидромоторов.

Испытания первого образца гидромашины проводят при давлении в линии нагнетания от $p_{\min}$ до p_1 с частотой пульсации 1-2 Гц, причем осциллограмма изменения давления должна соответствовать приведенной на черт.14 приложения 2.

Число циклов нагружения при испытании должно быть не менее 1 млн.

3.7. Если в процессе испытания по п.3.6 не было отказов типа 2 или произошел отказ одной из деталей гидромашины, но не нарушалась герметичность рабочих камер, то следующий этап испытаний проводят при заторможенном вале гидромашины путем подачи давления в полость нагнетания. Давление увеличивают ступенчато от p_1 до p_2 через интервалы $\Delta p = 0{,}1p_1$, вплоть до появления пластических деформаций или разрушения деталей, обеспечивающих герметичность рабочих полостей гидромашины. После каждой ступени нагружения проверяют утечку при $p_{ном}$ по п.3.5.

3.8. Если после испытаний по п.3.6 произошло такое разрушение деталей или узлов гидромашин, при котором нарушилась герметичность рабочей полости, не восстанавливаемая заменой уплотнителей, то испытание следует продолжить поэлементно, нагружая отдельные детали, отдельные узлы или элементы деталей силами или моментами, соответствующими силам или моментам в работающей гидромашине. Испытание проводят статически, применяя нагрузки вплоть до разрушения испытуемых элементов или появления остаточных деформаций.

При каждом из испытаний определяют значение давления p, соответствующее разрушающей нагрузке.

3.9. Второй образец гидромашины подвергают испытаниям по п.3.6 при давлении $p_3 = p_1$, если при испытании первого образца не произошло ни одного отказа типа 2 и при $p_3 = 0{,}9p_1$, если наблюдался отказ одной из деталей.

3.10. После наработки 1 млн. циклов по п.3.9 проводят испытание 2-го образца гидромашины путем нагружения пульсирующим давлением, подаваемым от постороннего источника (схема стенда - по черт.11 приложения 2) в полость нагнетания. Значение давления p_4 при этом рассчитывают по формуле $p_4 = \frac{p_1 + p_2}{2}$; частота циклов нагружения 50-60 Гц.

Испытания прекращают после наступления отказа типа 2.

3.11. Следующий этап испытаний второго образца проводят поэлементно по п.3.8. Значения нагрузок выбирают такими, которые соответствуют давлениям p_5 и p_6, где $p_5 = \frac{p_1 + p_4}{2}$; $p_6 = \frac{p_2 + p_4}{2}$.

Испытанию подвергают детали или элементы, отказавшие при испытаниях по пп.3.6, 3.9 и 3.10. Часть деталей (примерно половина) подвергают нагрузкам, соответствующим давлению p_5, остальные - давлению p_6. Испытания прекращают после разрушения каждой из деталей или их элементов, подвергнутых нагружению. Фиксируют количество циклов нагружения при каждом разрушении.

3.12. Проводят испытание третьего образца по той же программе, что и для второго (пп.3.9, 3.10 и 3.11). Изменение может произойти только для значения давления p_3 по п.3.9, если при испытании второго образца по п.3.9 наблюдалось усталостное разрушение одной из деталей.

3.13. Детали по п.3.2.3, нагрузки в которых не зависят от рабочего давления в гидромашине, испытывают отдельно от гидромашины путем пульсирующего нагружения до числа циклов $N = 10^8$.

3.14. Детали по п.3.3.1, подверженные изнашиванию, микрометрируют после каждого испытания по пп.3.6, 3.9, 3.12. Устанавливают зависимость скорости изнашивания от давления. Путем экстраполяции в зону номинального давления определяют скорость изнашивания при номинальном давлении.

3.15. Детали, подверженные старению по п.3.3.2, подвергают испытанию при повышенных температурах.

3.16. Обработка результатов испытаний на отказы типа 2

3.16.1. По каждому виду отказов (отказам одной и той же детали, имеющим аналогичный характер) устанавливают зависимость числа циклов нагружения от величины давления в линии нагнетания.

Для этого данные по испытаниям каждой из деталей наносят на графики $p = f(N)$ (черт.15 приложения 2) в логарифмических или полулогарифмических координатах в зависимости от того, какой тип координат дает зависимость, меньше отличающуюся от линейной. Число циклов нагружения определяют по разному для деталей по пп.3.2.1 и 3.2.3.

3.16.2. Методом наименьших квадратов находят коэффициенты зависимости $p_i = f(N)$. Продлевают каждый из полученных графиков до значения $N = 10^8$. Находят значения p, соответствующие $N = 10^8$, и выстраивают их в вариационный ряд.

3.16.3. Наносят на вероятностную сетку зависимость $P = f(p)$ при $N = 10^8$ (черт.16 приложения 2).

4. ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЯ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОМАШИН

4.1. Поле надежности строят в координатах давление - частота вращения, и оно содержит линии равной вероятности работы гидромашины без отказов типов 1 и 2.

4.2. Наименьшие и наибольшие значения частоты вращения гидромашин устанавливают экспериментально, исходя из следующих требований:

должна быть обеспечена устойчивость подачи для насосов и стабильность вращения гидромоторов при минимальной частоте вращения;

КПД при минимальной частоте вращения должен быть не менее заданного значения;

должна отсутствовать кавитация при большой частоте вращения (для насосов);

не допускается нарушение герметичности в уплотняющих прецизионных парах при максимальной частоте вращения.

4.3. Линии равной вероятности безотказной работы гидромашины по отказам типа 1 строят на основании испытаний по пп.2.2.3.5, 2.3.1.9, 2.3.2.2.4.

4.4. Линии равной вероятности отказов типа 2 строят на основании испытаний по п.3.16.3.

4.5. Вероятности отказов типов *1* и *2* складывают при равных условиях испытаний (p и ω должны быть равны) и получают линии равной вероятности безотказной работы гидромашин ("поле надежности") (черт.17 приложения 2).

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

5.1. При испытаниях на отказы типов 1 и 2 вычисляют ошибку опыта (дисперсию воспроизводимости) $\sigma_{\text{у}}$ и дисперсию адекватности $\sigma_{\text{а}}$ по формулам:

$$\sigma_{\text{у}} = \frac{\sum_{1}^{\beta}\sum_{1}^{n}\left(p - \overline{p}\right)^2}{(\beta - 1)n};$$

$$\sigma_{\text{а}} = \frac{\sum\left(p - \hat{p}\right)^2}{n - 1},$$

где β - число опытов на каждом образце гидромашины;

n - число образцов испытанных гидромашин;

p - допустимое давление для каждого данного значения частоты вращения (по результатам измерений);

$\overline{p}$ - среднее значение допустимого давления для каждого образца;

$\hat{p}$ - среднее значение допустимого давления для партии образцов.

Представительность выборки испытанных образцов n определяют по критерию Стьюдента t_s для доверительной вероятности $P = 0{,}9$, используя неравенство:

$$\frac{\sigma_{\text{а}}^2}{\sigma_{\text{у}}^2} \le \frac{n}{t_s^2}.$$

Если неравенство не соблюдается, то следует увеличить количество испытуемых образцов n.

Значение критерия t_s выбирают из таблицы.

n	3	4	5	6	7
t_s	2,35	2,13	2,01	1,94	1,89

5.2. Пример оформления результатов испытаний насосов приведен в приложении 3.

6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Требования безопасности - по ГОСТ 12.2.040*.

_____

* На территории Российской Федерации документ не действует. Действует ГОСТ Р 52543-2006. - Примечание изготовителя базы данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (справочное). ТЕРМИНЫ, применяемые в настоящем стандарте, и их пояснения

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

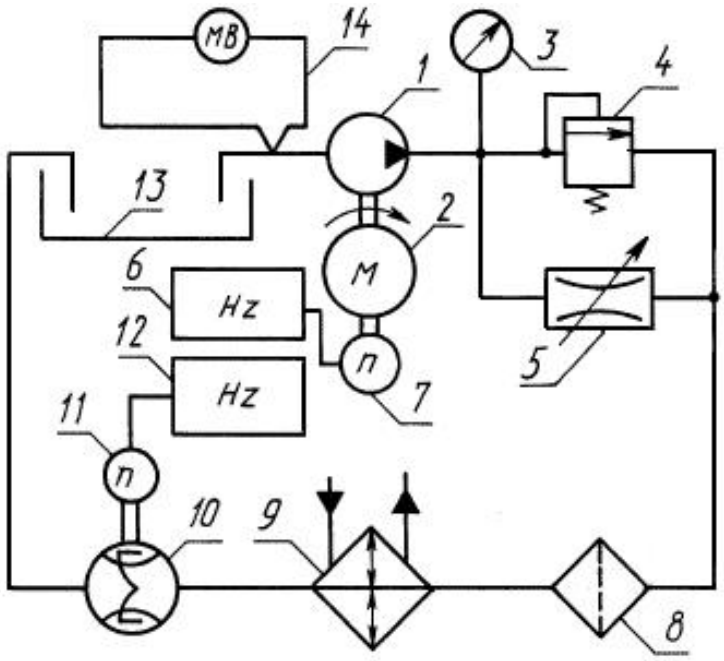
Поле надежности - номограмма для определения вероятности безотказной работы, построенная на основании методов, изложенных в настоящем стандарте.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (справочное)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Черт.1. Схема стенда для проведения ускоренных испытаний насосов на отказы типа 1

Схема стенда для проведения ускоренных испытаний насосов на отказы типа 1

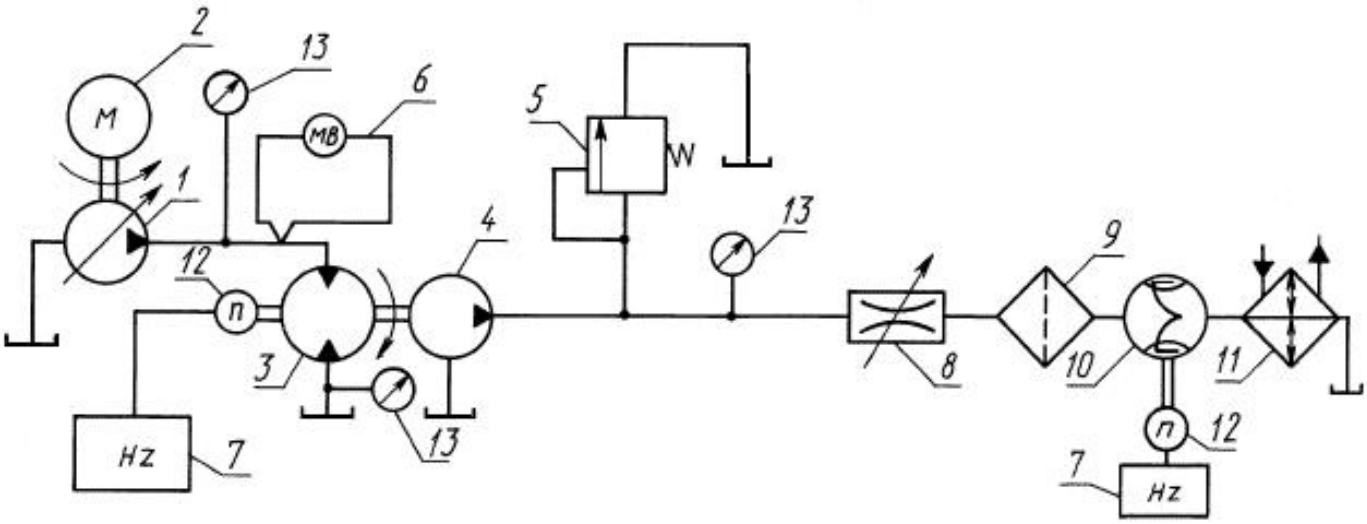


1 - испытуемый насос; *2* - электродвигатель; *3* - манометр; *4* - предохранительный клапан; *5* - дроссель; *6* - частотомер; *7* - датчик; *8* - фильтр; *9* - теплообменник; *10* - расходомер; *11* - индукционный датчик; *12* - частотомер; *13* - бак с рабочей жидкостью; *14* - термопара

Черт.1

Черт.2. Схема стенда для проведения ускоренных испытаний гидромоторов на отказы типа 1

Схема стенда для проведения ускоренных испытаний гидромоторов на отказы типа 1

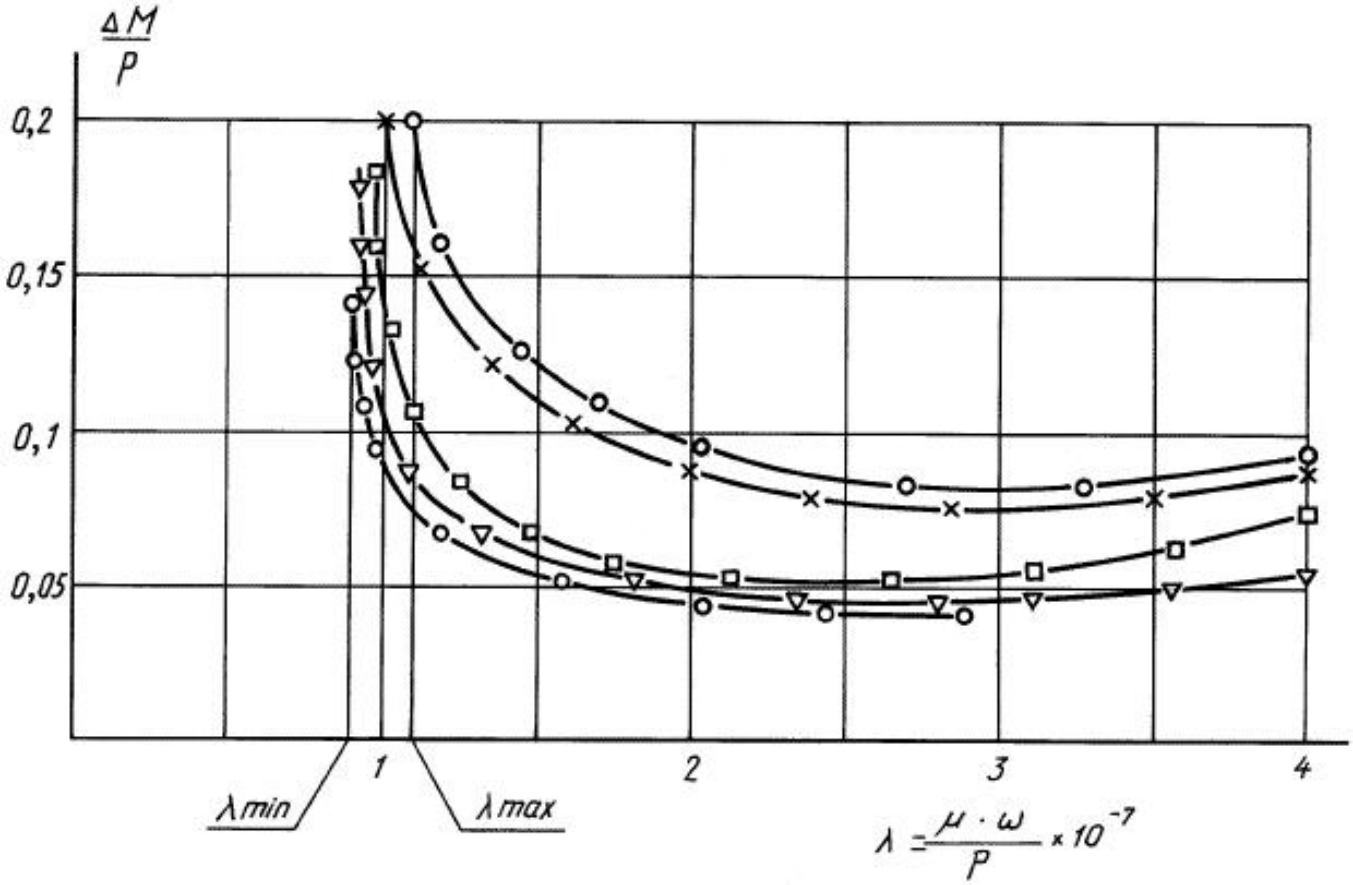


1 - питающий насос; *2* - электродвигатель; *3* - испытуемый гидромотор; *4* - нагружающий насос; *5* - предохранительный клапан; *6* - термопара; *7* - частотомер; *8* - дроссель; *9* - фильтр; *10* - расходомер; *11* - теплообменник; *12* - датчик частоты вращения; *13* - манометр

Черт.2

Черт.3. Результаты испытаний на отказы типа 1 гидромашин с линейным контактом трущихся поверхностей

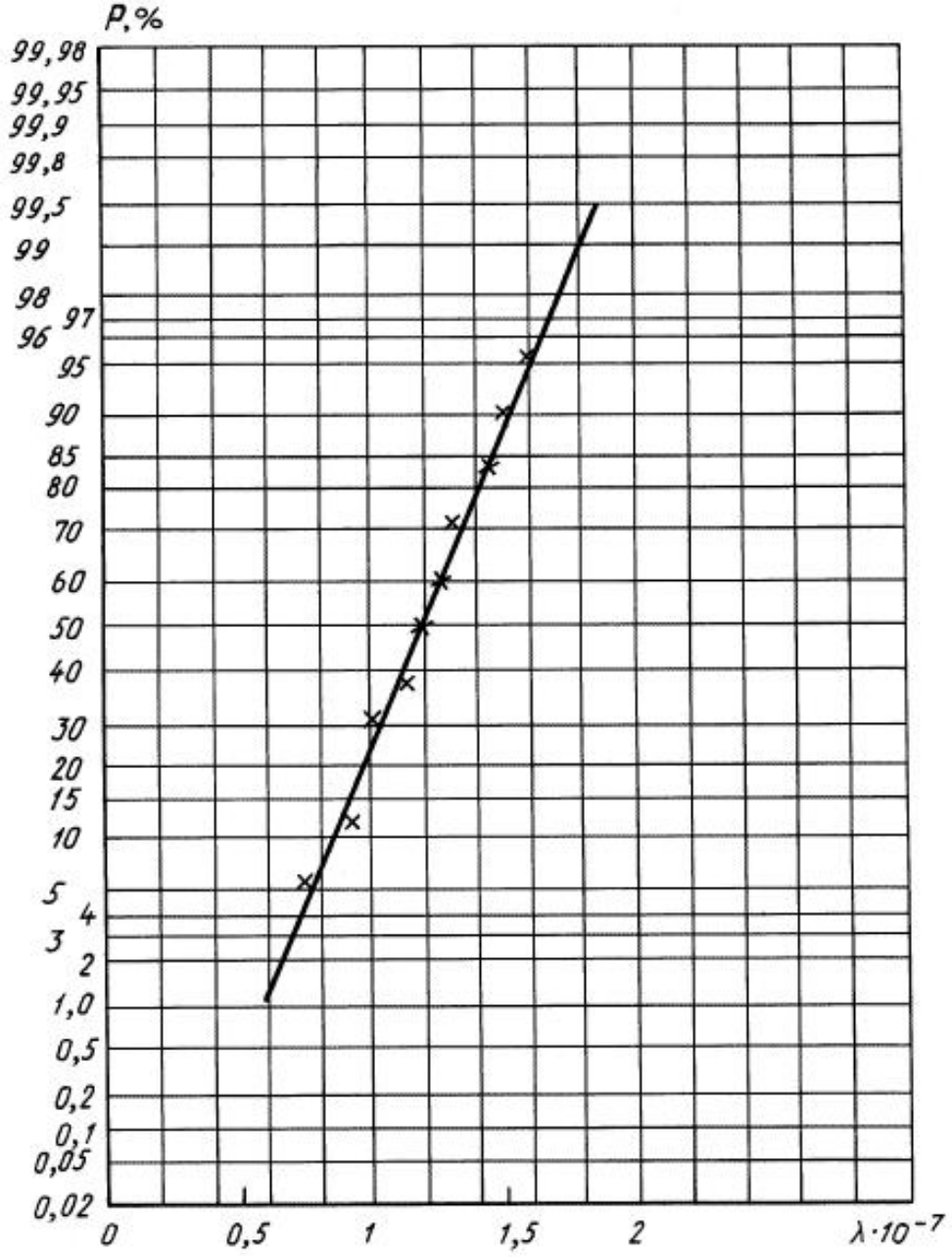
Результаты испытаний на отказы типа 1 гидромашин с линейным контактом трущихся поверхностей



Черт.3

Черт.4. Вероятность безотказной работы гидромашин с линейным и точечным контактом трущихся поверхностей

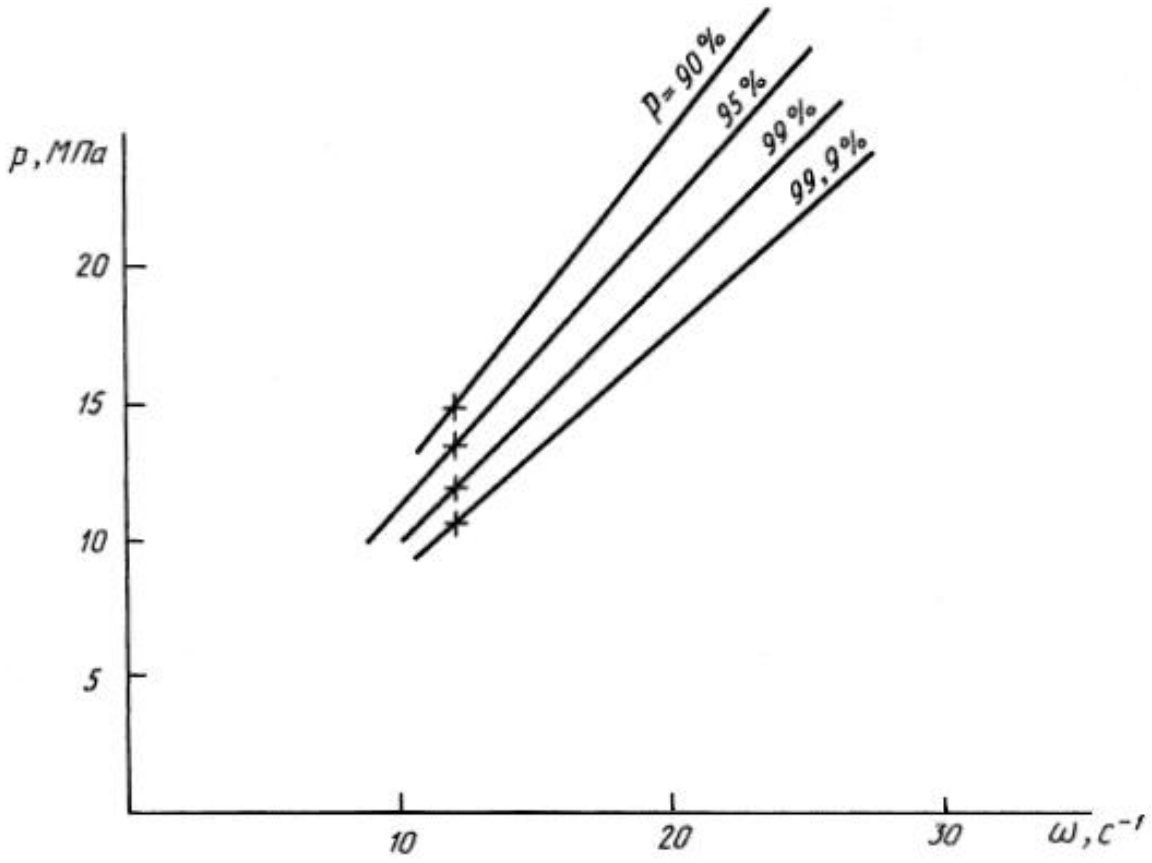
Вероятность безотказной работы гидромашин с линейным и точечным контактом трущихся поверхностей



Черт.4

Черт.5. Обработка результатов испытаний на отказы типа 1 гидромашин с линейным и точечным контактом трущихся поверхностей

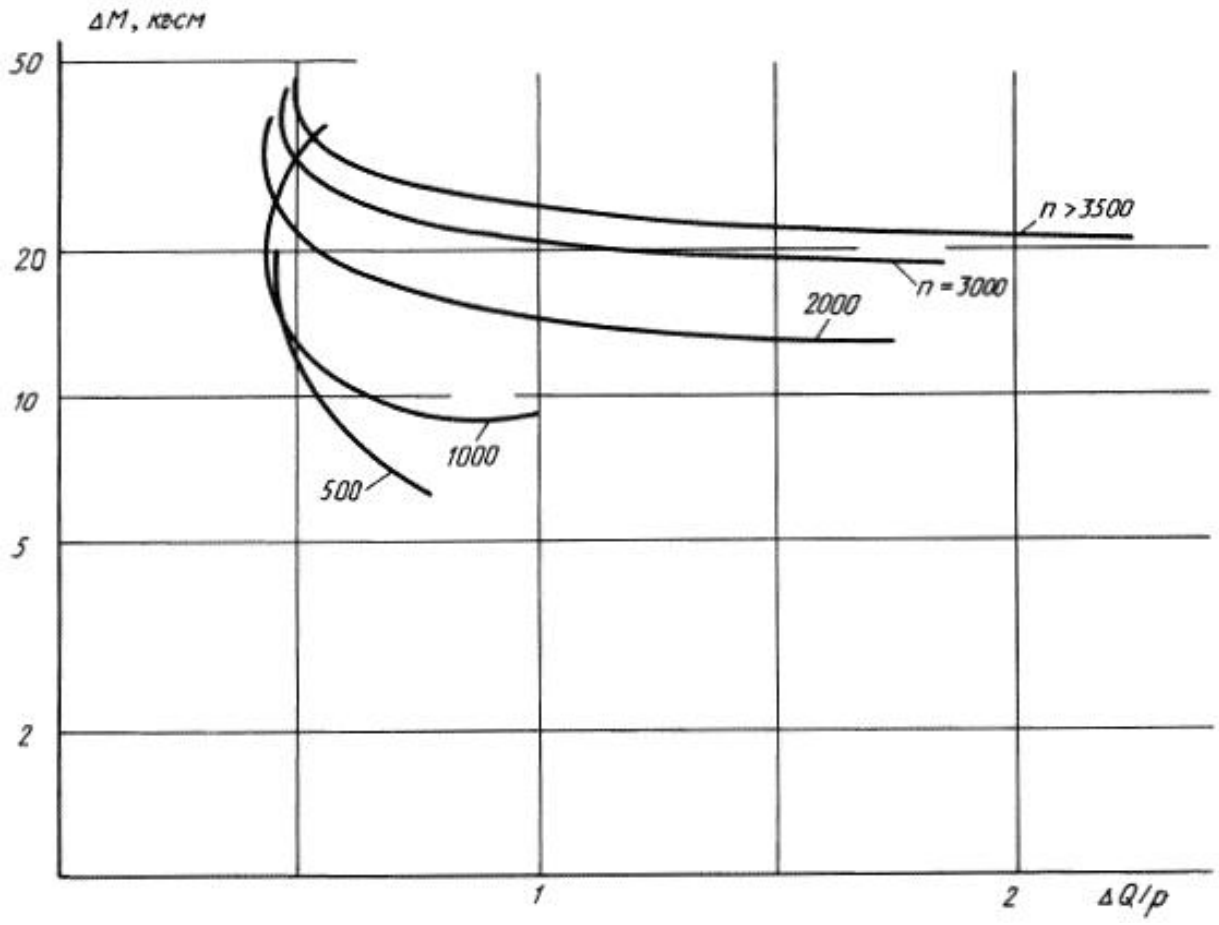
Обработка результатов испытаний на отказы типа 1 гидромашин с линейным и точечным контактом трущихся поверхностей



Черт.5

Черт.6. Результаты испытаний на отказы типа 1 гидромашин с поверхностным контактом уплотняющих прецизионных пар

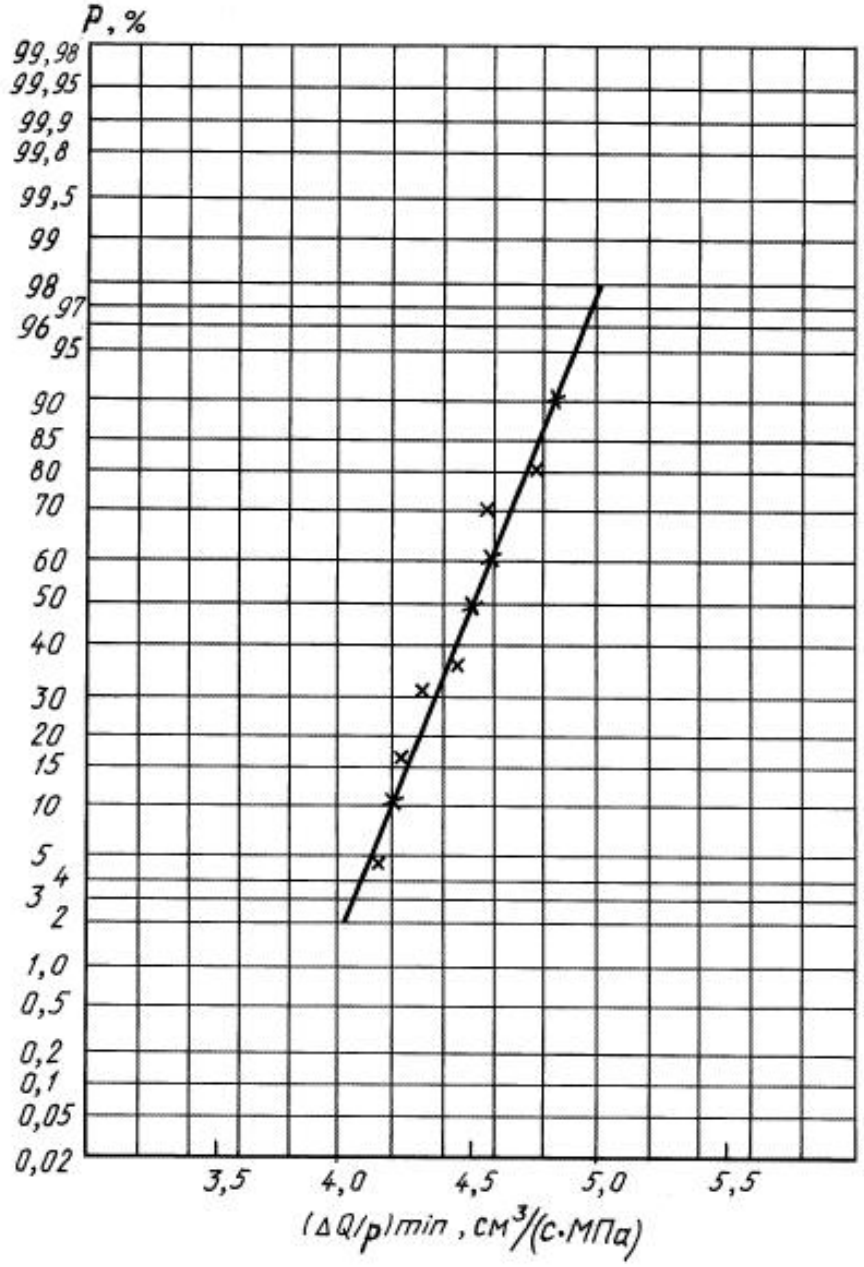
Результаты испытаний на отказы типа 1 гидромашин с поверхностным контактом уплотняющих прецизионных пар



Черт.6

Черт.7. Вероятность безотказной работы гидромашин с поверхностным контактом уплотняющих прецизионных пар

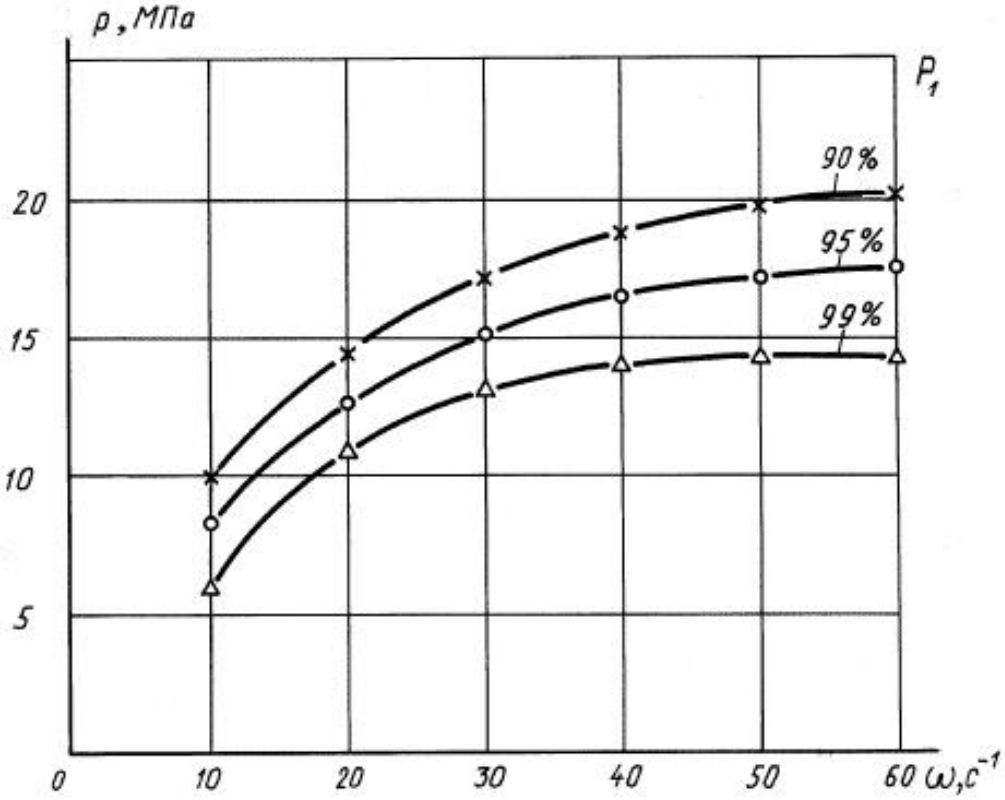
Вероятность безотказной работы гидромашин с поверхностным контактом уплотняющих прецизионных пар



Черт.7

Черт.8. Обработка результатов испытаний на отказы типа 1 гидромашин с поверхностным контактом уплотняющих прецизионных пар

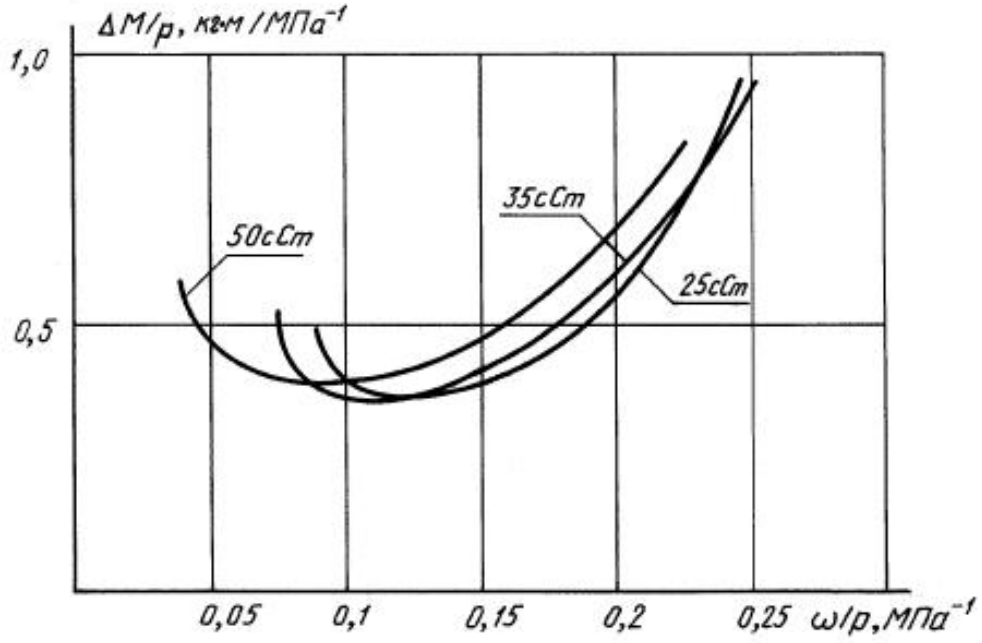
Обработка результатов испытаний на отказы типа 1 гидромашин с поверхностным контактом уплотняющих прецизионных пар



Черт.8

Черт.9. Результаты испытаний на отказы типа 1 гидромашин с контактом по поверхностям деталей, не являющихся уплотняющими

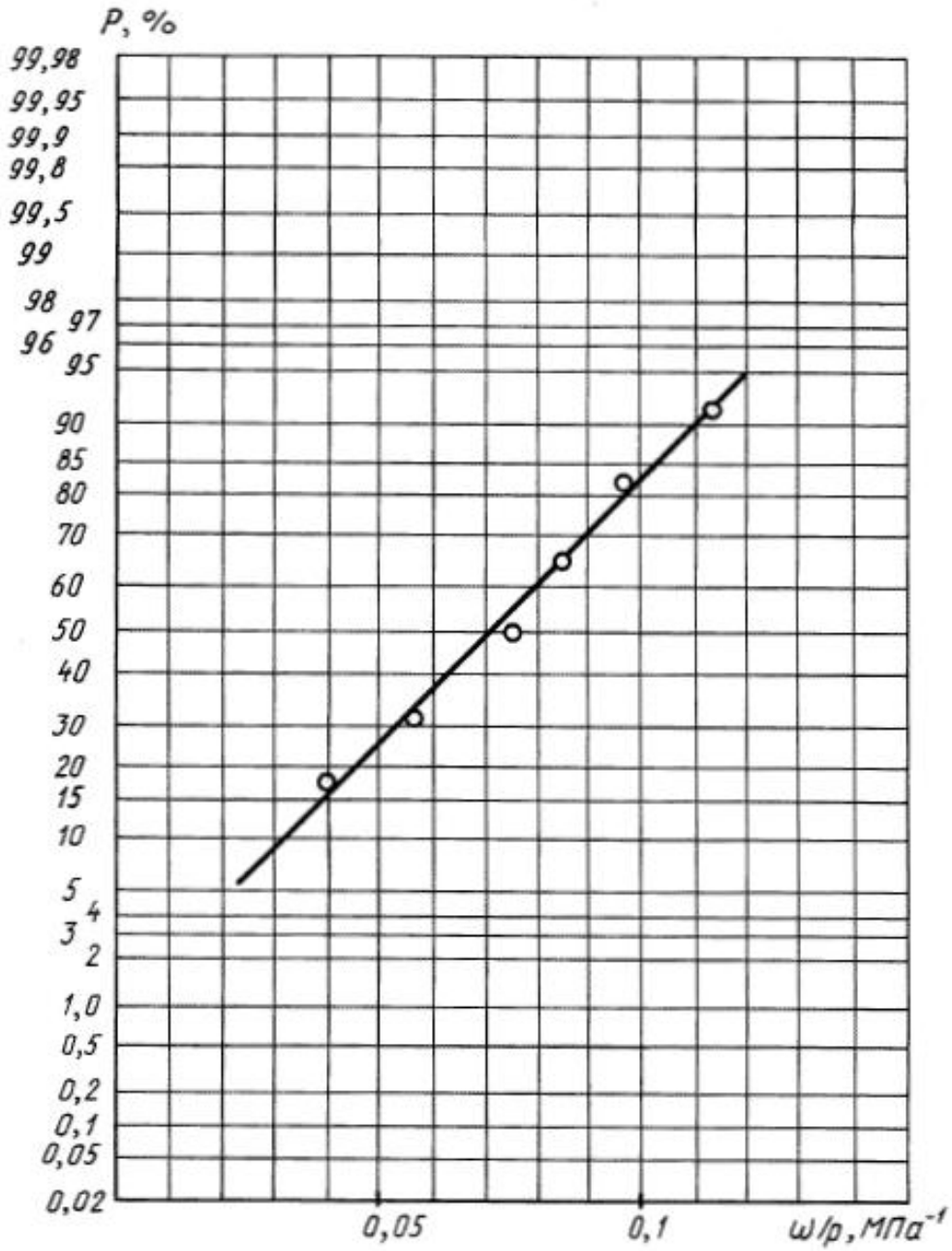
Результаты испытаний на отказы типа 1 гидромашин с контактом по поверхностям деталей, не являющихся уплотняющими



Черт.9

Черт.10. Вероятность Р безотказной работы гидромашины с контактом по поверхности деталей, не являющихся уплотняющими

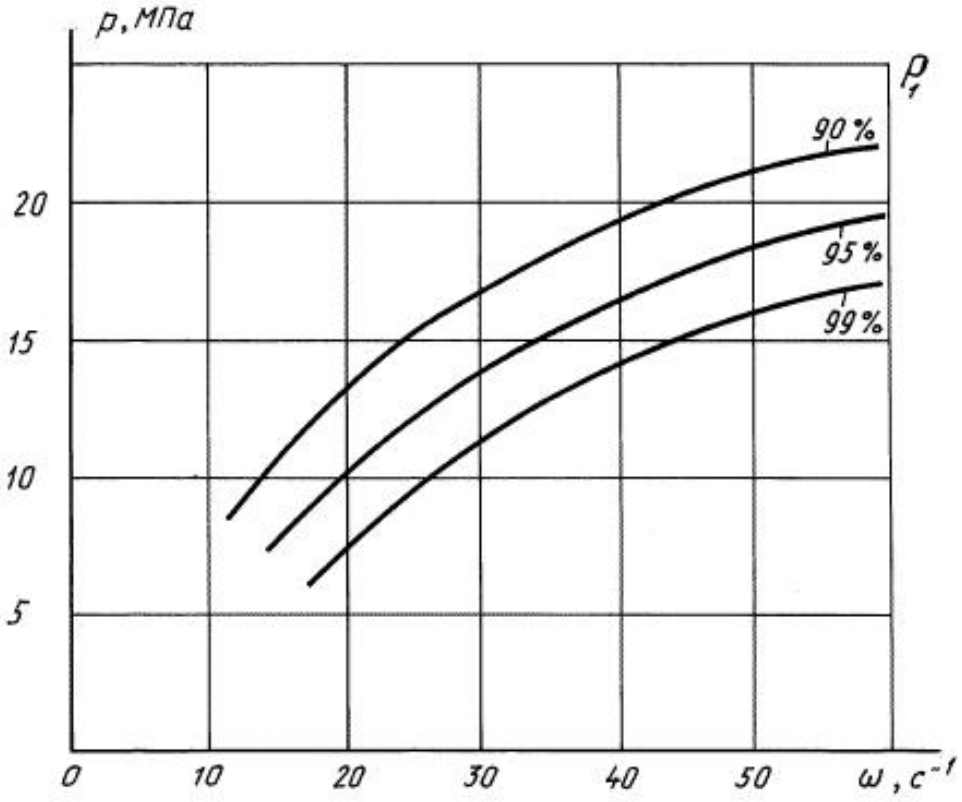
Вероятность P безотказной работы гидромашины с контактом по поверхности деталей, не являющихся уплотняющими



Черт.10

Черт.11. Обработка результатов испытаний на отказы типа 1 гидромашин с контактом по поверхностям деталей, не являющихся уплотняющими

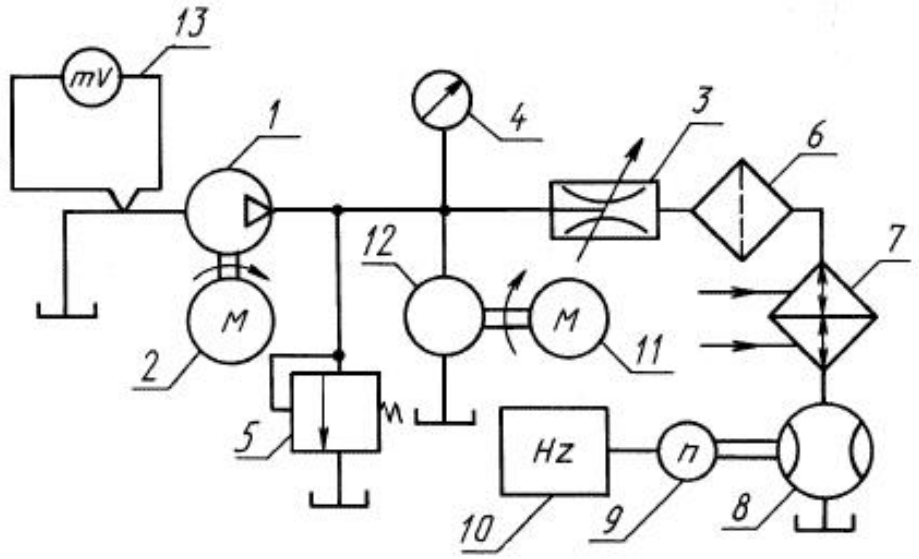
Обработка результатов испытаний на отказы типа 1 гидромашин с контактом по поверхностям деталей, не являющихся уплотняющими



Черт.11

Черт.12. Схема стенда для испытания насосов на отказы типа 2

Схема стенда для испытания насосов на отказы типа 2

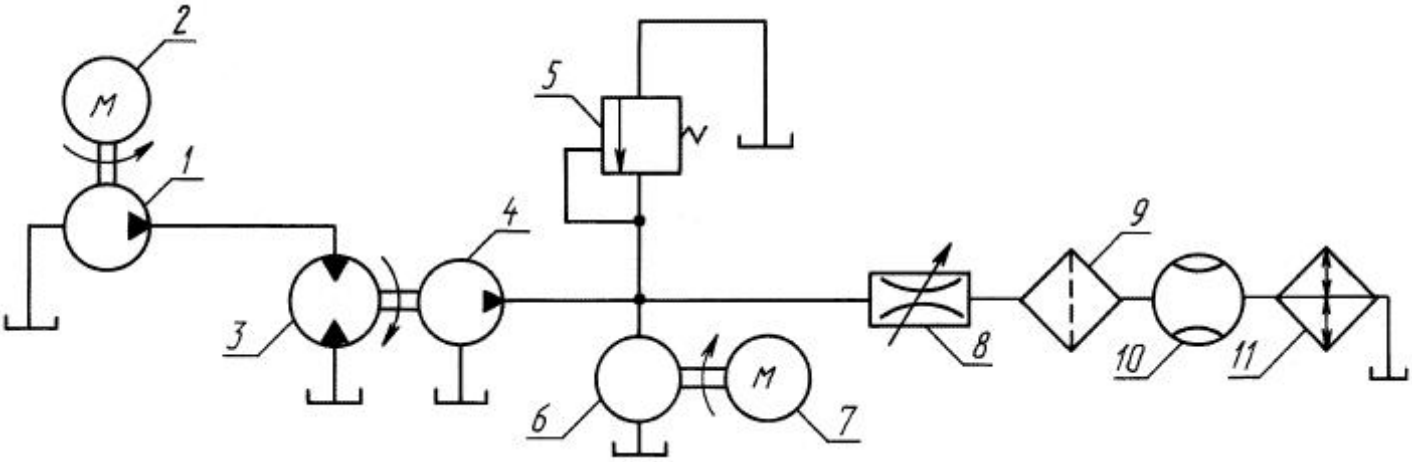


1 - испытуемый насос; *2* - электродвигатель; *3* - дроссель; *4* - манометр; *5* - предохранительный клапан; *6* - фильтр; *7* - теплообменник; *8* - расходомер; *9* - датчик частоты вращения; *10* - частотомер; *11* - электродвигатель; *12* - пульсатор

Черт.12

Черт.13. Схема стенда для испытания гидромоторов на отказы типа 2

Схема стенда для испытания гидромоторов на отказы типа 2

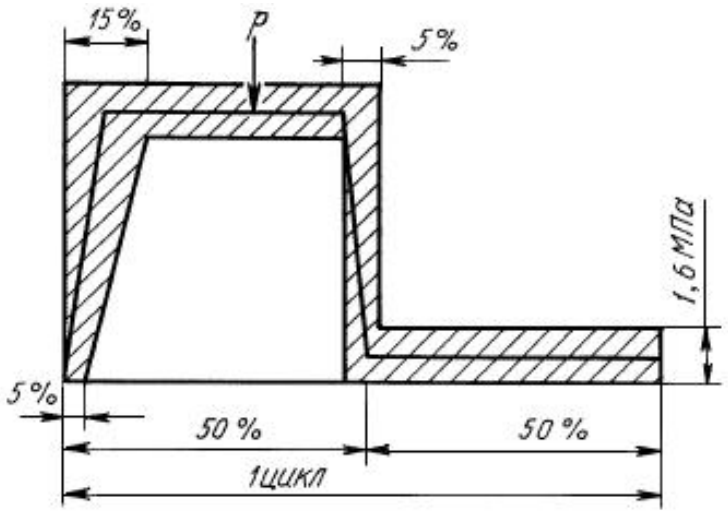


1 - питающий насос; *2* - электродвигатель; *3* - испытуемый гидромотор; *4* - нагружающий насос; *5* - предохранительный клапан; *6* - пульсатор; *7* - электродвигатель; *8* - дроссель; *9* - фильтр; *10* - расходомер; *11* - теплообменник

Черт.13

Черт.14. График загрузки гидромашин при испытании на отказы типа 2

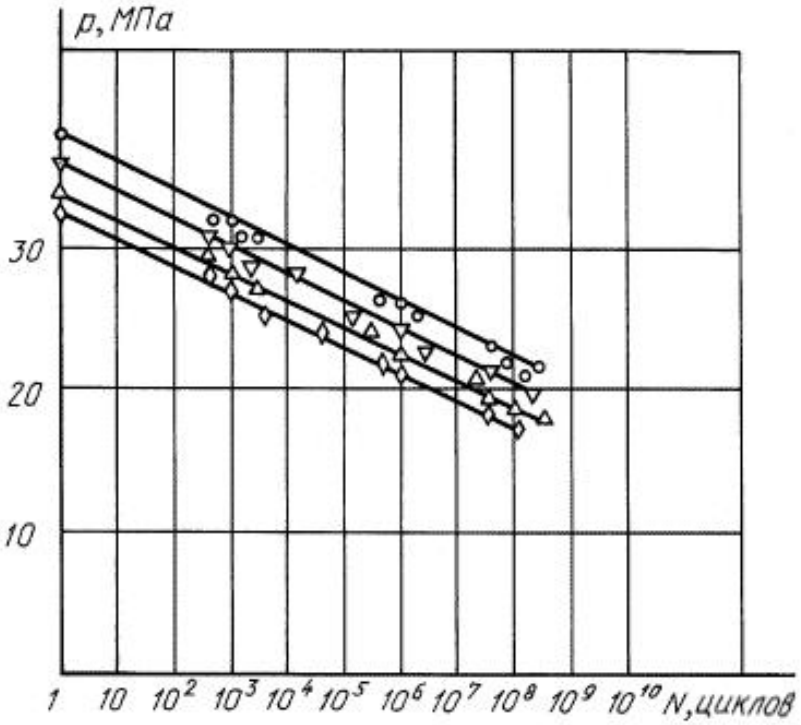
График загрузки гидромашин при испытании на отказы типа 2



Черт.14

Черт.15. Результаты испытаний гидромашин на отказы типа 2

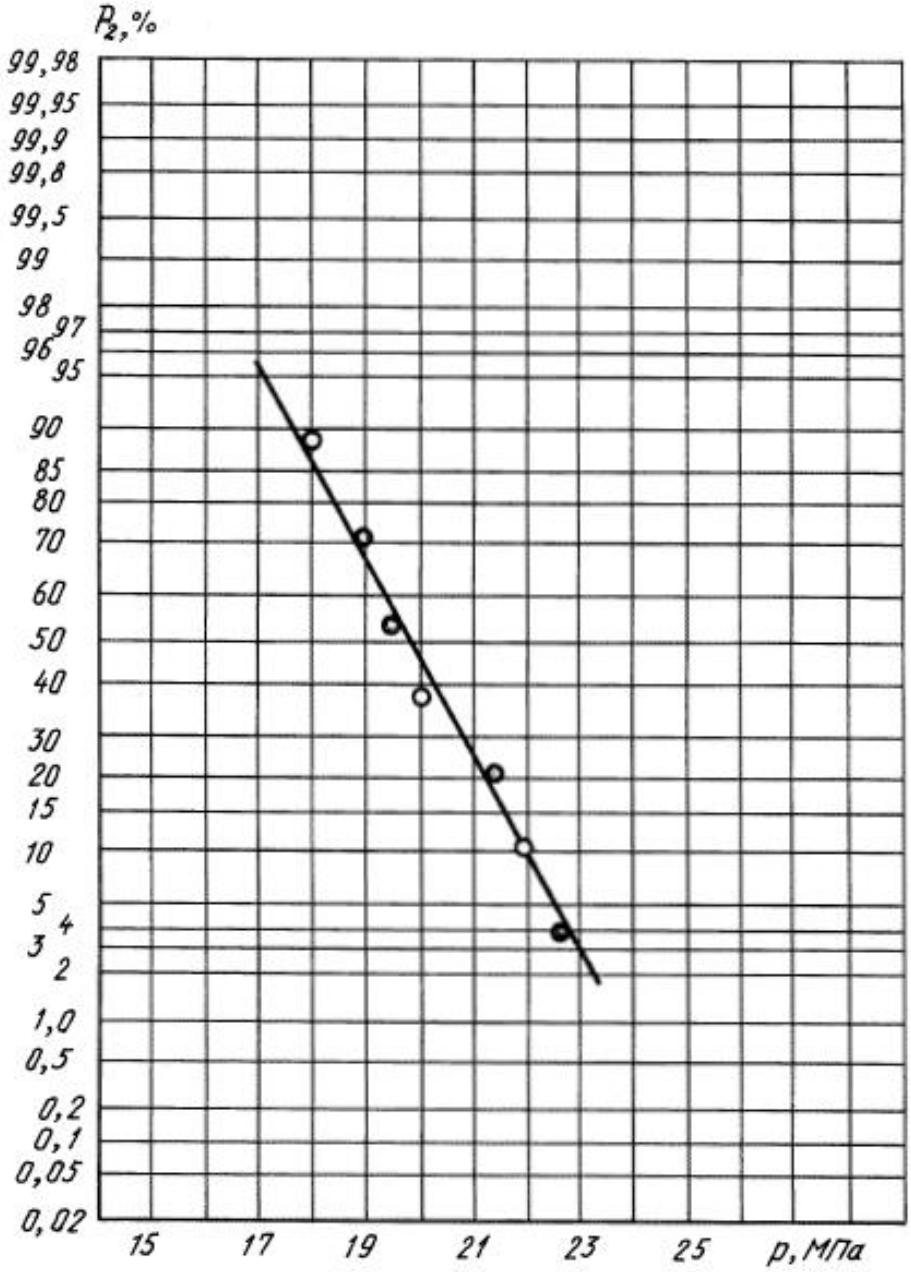
Результаты испытаний гидромашин на отказы типа 2



Черт.15

Черт.16. Вероятность безотказной работы гидромашины по отказам типа 2

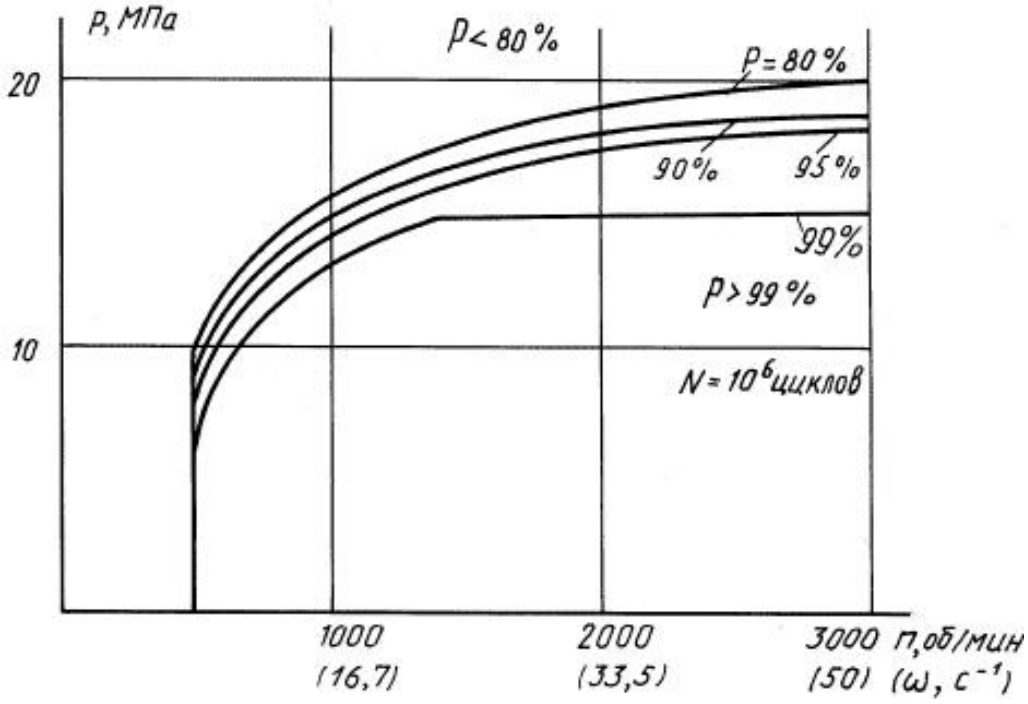
Вероятность безотказной работы гидромашины по отказам типа 2



Черт.16

Черт.17. Поле надежности шестеренного насоса НШ 32-3

Поле надежности шестеренного насоса НШ 32-3



Черт.17

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ НА БЕЗОТКАЗНОСТЬ НАСОСОВ НШ 32-3

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

1. При испытании насосов НШ 32-3 на отказы типа 1 была применена методика по п.2.3.2, т.к. наиболее вероятные отказы в шестеренных насосах связаны с перегрузкой трущихся поверхностей подшипников скольжения, которые не являются уплотняющими (черт.11), приложения 2.

2. При испытании насосов НШ 32-3 на отказы типа 2 получают зависимость вероятности безотказной работы от давления (черт.16 приложения 2).

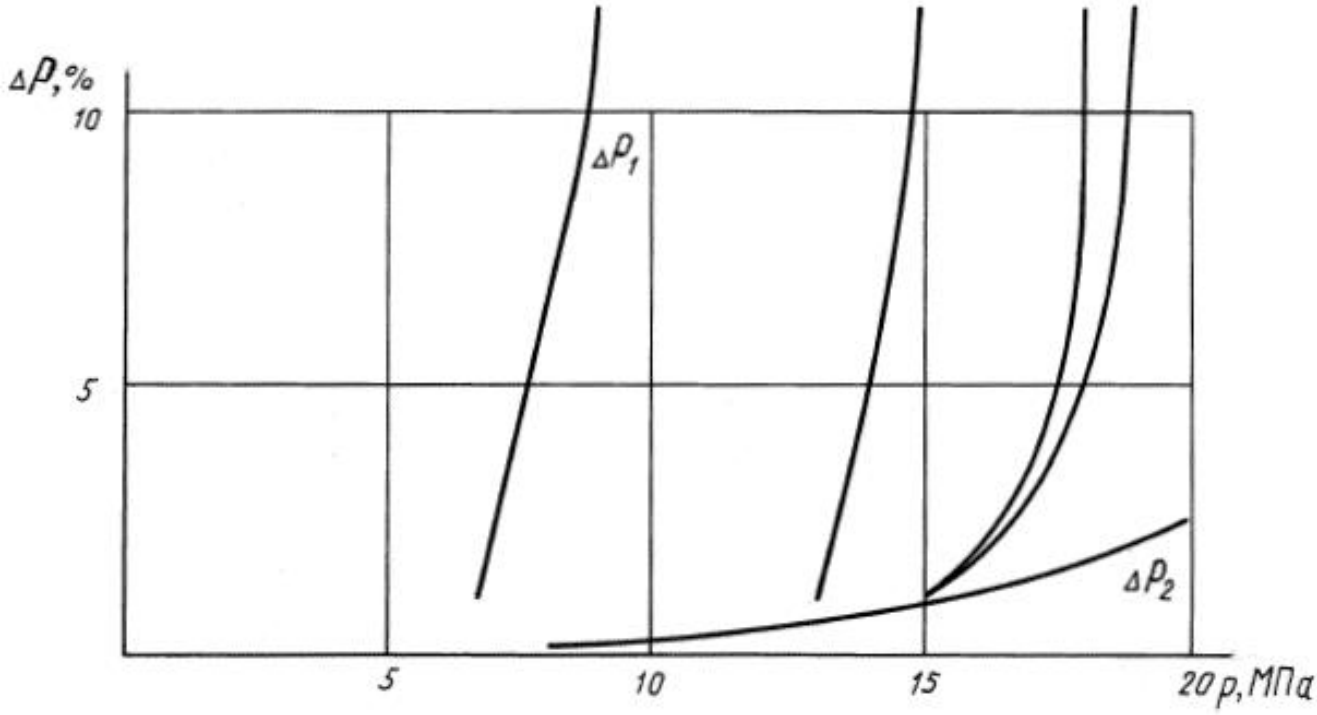
3. Используя принцип сложения вероятности несовместных событий, получают зависимость от давления вероятности отказов обоих типов ΔP путем сложения значений $1-P_1$ и $1-P_2$ при различной частоте вращения (черт.18).

4. Вероятность безотказной работы P получают путем вычитания ΔP из единицы. Значения равной вероятности использованы для построения "поля надежности".

5. Общий вывод по результатам испытаний насосов НШ 32-3 на безотказность следующий: вероятность безотказной работы насосов в номинальном режиме (давление 16 МПа и частота вращения 40 $с^{-1}$) составляет 97% в течение наработки 1 млн. циклов.

Черт.18. Суммирование вероятностей отказов типа 1 и типа 2

Суммирование вероятностей отказов типа 1 (ΔP_1) и типа 2 (ΔP_2)



Черт.18

Электронный текст документа
подготовлен АО "Кодекс" и сверен по:
официальное издание
М.: Стандартинформ, 2005