

Борис Чернявский,
главный инженер
ООО «Гидромаш – Норнат»,
г. Москва

**ГИДРОМАШ
НОРНАТ**
http://nornat.net

Леонид Пинегин,
главный конструктор
«RINAR MAŠINBUVE»,
г. Рига

**RINAR
MAŠINBUVE**
http://rinar.net

ПРИМЕНЕНИЕ ДОЗИРОВОЧНЫХ АГРЕГАТОВ С ЧАСТОТНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

(техническая заметка)

Существует большая потребность в простых и надежных установках для гидравлических испытаний на прочность и герметичность машиностроительных изделий или создания статического давления в промышленных и лабораторных испытательных стендах. Требования к таким установкам – получение давления с заданной точностью, плавный рост давления, исключение заброса давления, превышающего заданное.

Например, согласно [1]:

«повышение давления до пробного должно производиться постепенно в течение 5÷10 мин., при этом гидравлические удары не допускаются».

Известен ряд гидравлических схем гидравлических установок. Одна из наиболее удачных – схема с применением пневмонасоса, что объясняется особенностью его Q - P характеристики (рис. 1). Из характеристики видно, что подача Q не постоянна, как у электроприводных поршневых насосов, а зависит от давления нагнетания P. При малом давлении нагнетания подача максимальна $Q = Q_{max}$, но по мере увеличения P подача уменьшается, и при достижении т. н. давления торможения P_t насос останавливается, $Q = 0$.

При гидравлических испытаниях это – положительное качество, т. к. позволяет устанавливать давление гидроиспытания P_t в точке торможения, когда расход жидкости минимален и, соответственно, минимален рост давления в испытуемом изделии. Недостатками установки с пневмонасосом являются необходимость в пневмосистеме (компрессор, блок подготовки воздуха), а также трудности при автоматизации процесса гидроиспытания.

Специалисты компании «RINAR MAŠINBUVE» (г. Рига) совместно с ООО «Гидромаш – Норнат» (г. Москва) освоили производство дозирующих электронасосных агрегатов типа НДЭ с частотным регулированием подачи. Возможность изменить подачу насоса с учетом давления нагнетания (вручную или автоматически) дает основание для применения частотно - регулируемых насосов в гидроиспытательных установках.

Работа насосов НД с частотно - регулируемым приводом Varicon фирмы Hanning (Германия) подробно описана в [2], [3], [4]. Здесь лишь отметим, что независимая вентиляция двигателя привода позволила получить частотный диапазон вдвое выше, чем при регулировании отдельным инвертором. Соответственно, при линейной зависимости $Q = f(n)$ получаем более широкий диапазон изменения подачи. При регулировании тока потенциометром максимальная допустимая частота составляет 60 Гц, что допускается и запасом прочности агрегата. Это дает возможность в начальном периоде испытаний, в режиме заправки жидкости в испытуемый объект, устанавливать более высокую предельную подачу, а в завершающей стадии испытаний, когда давление в испытуемом объекте близко давлению гидроиспытания P_t , - работать с минимальной подачей, при почти «ползущем» движении плунжера.

Следует отметить, что по мере закачки жидкости кривая роста давления в испытуемом объекте имеет нелинейный характер и зависит от многих

факторов: единичного объема, объемного КПД насоса, давления нагнетания, содержания воздуха в жидкости, физических свойств жидкости.

Например, кривая роста давления $p = 0 - 80 \text{ кг/см}^2$ в емкости $V = 1 \text{ л}$ при закачке воды агрегатом НД 1,0Э 10/100 K14MA с единичным объемом $V_0 = 2,42 \text{ см}^3/\text{ход}$ имеет параболический характер (рис. 2).

Если в начале кривой при $p = 22 \text{ кг/см}^2$ рост давления составляет $0,6 \text{ кг/см}^2/\text{ход}$, то при $p = 80 \text{ кг/см}^2$ рост давления равен $12 \text{ кг/см}^2/\text{ход}$. Переход в этот момент на низкую частоту ходов плунжера дает оператору время для более точной установки давления P_t . Если при номинальной частоте $n_n = 92 \text{ ход/мин}$ время хода нагнетания составляет $t_n = 0,32 \text{ с}$, то при $n_n = 15 \text{ ход/мин}$ время $t_n = 2 \text{ с}$.

На базе дозирующего агрегата НД 1,0Э 10/100 K14MA (максимальная подача $Q_n = 13 \text{ л/ч}$, предельное давление 100 кг/см^2) с приводом Varicon ($N = 0,37 \text{ кВт}$, $U = 220 \text{ В}$) была собрана и проверена гидроиспытательная установка (рис. 3). Гидроиспытаниям подверглись гасители пульсаций: воздушные колпаки типа ВК-3 производства компании «RINAR MAŠINBUVE». Емкость колпаков - 10 л, давление гидроиспытания - 40 кг/см^2 .

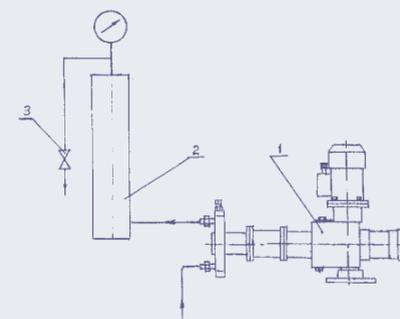


Рис. 3. Схема испытательной установки:
1 - дозирующий агрегат с частотным управлением;
2 - испытуемый объект; 3 - клапан сброса давления

Регулирование подачи осуществлялось вручную изменением значения частоты тока по шкале потенциометра двигателя.

В начале испытаний оператор устанавливал максимальную частоту ходов плунжера $n_{max} = 110 \text{ ход/мин}$ (60 Гц) с подачей $Q_{max} = 16 \text{ л/ч}$. По мере повышения давления в емкости частота ходов уменьшалась. При частотах в диапазоне $n = 12 - 15 \text{ ход/мин}$ (6 - 9 Гц) осуществлялся «мягкий» выход на давление гидроиспытания. Ограничение минимальной частоты значением 6 - 9 Гц связано с возможной остановкой агрегата и объясняется характерным для кулачкового механизма прохождением «мертвых» точек. В этих точках при малой частоте ходов и большой нагрузке на плунжер возможна остановка агрегата. Исходя из вышесказанного, был установлен допустимый диапазон регулирования подачи в пределах 60 - 10 Гц, т. е. шестикратный.

При достижении давления $p_t = 39 - 40 \text{ кг/см}^2$ оператор останавливал насос. Во всех испытаниях повышение давления осуществлялось плавно, забросов давления не наблюдалось.

По результатам испытаний предлагается следующий алгоритм действий оператора при проведении гидроиспытаний с помощью дозирующего агрегата НДЭ с приводом Varicon в ручном режиме:

1. Выбрать агрегат НДЭ из условия $P_t \leq 0,8 P_{пр}$, где P_t - давление гидроиспытания, $P_{пр}$ - предельное давление насоса.

2. При параметрировании привода установить, что:

- время разгона и торможения равны нулю;
- регулятор частоты вращения отключен;
- вентилятор - в режиме «постоянная работа»;
- потенциометр - в положении $P = 0 \%$ (0 Гц).

3. Перевести тумблер в положение «вкл.». Увеличить частоту до $P = 100 \%$ (60 Гц).

На этой частоте повысить давление до $P = (0,05 - 0,07) P_t$.

4. Уменьшить частоту до $P = 50 \%$ (30 Гц). На этой частоте повысить давление до $P = 0,5 P_t$.

5. Уменьшить частоту до $P = 15 \%$ (9 Гц). На этой частоте повысить давление до $P = P_t$ и установить $P = 0 \%$.

6. При падении давления и необходимости его повышения до P_t медленно поворачивать ручку потенциометра. При $P = 8 - 10 \%$ начнется медленное движение плунжера и, соответственно, повышение давления в испытуемом объекте.

Учитывая выпускаемый ряд дозирующих насосов НД с приводом Varicon, возможно создание ряда гидроиспытательных установок на давление до 800 кг/см^2 .

Следующим этапом может явиться разработка автоматизированной гидроиспытательной установки с обратной связью по давлению и насосам с приводом Varicon в качестве объекта регулирования. Такая установка позволит реализовать разные законы регулирования давления в автоматическом режиме без участия оператора.

Вывод

Применение дозирующих агрегатов типа НДЭ с приводом Varicon дает возможность просто и с достаточной точностью производить гидравлические испытания изделий на давление до 800 кг/см^2 .

Литература

- [1]. ГОСТ 22161-76. Машины, механизмы, паровые котлы, сосуды и аппараты судовые. Нормы и правила гидравлических и воздушных испытаний.
- [2]. Л. Н. Пинегин. О применении дозирующих электронасосных агрегатов типа НД. «Насосы&оборудование», № 2, 2006 г.
- [3]. И. Патрай, В. Садошенко, Б. Чернявский. Дозирующие насосы с регулируемым приводом «Varicon». «Насосы&оборудование», № 2, 2008 г.
- [4]. В. Садошенко, Б. Чернявский, С. Березовский. Частотное регулирование дозирующих насосов. «Насосы&оборудование», № 1, 2009 г.

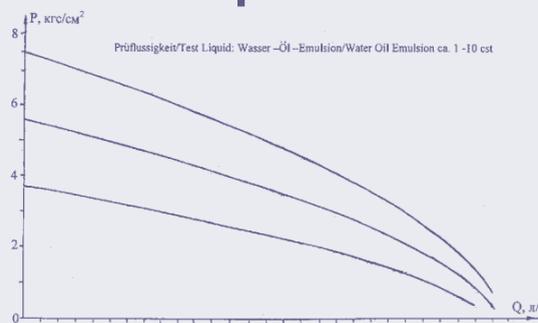


Рис. 1. Характеристика пневмонасоса M 37 Maximator GmbH (Германия)

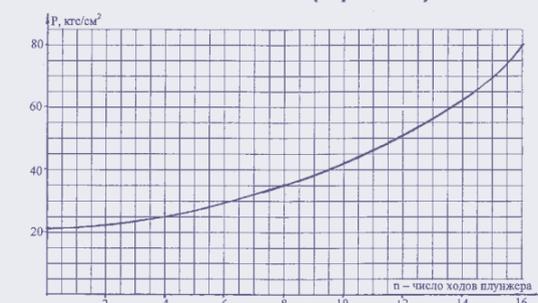


Рис. 2. Рост давления в контрольной емкости с объемом 1 л/ч при закачке в нее воды дозирующим агрегатом НД 1,0Э10/100K14МА

© Б. Чернявский,
Л. Пинегин, 2010