

## НОВЫЙ ВИД ИСПЫТАНИЙ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Л. В. Гапич, аспирант,  
Сумский государственный университет, г. Сумы,  
E-mail: [lidia\\_sumdu@mail.ru](mailto:lidia_sumdu@mail.ru)*

*В статье обоснована актуальность введения в практику эксплуатации насосного оборудования нового вида его испытаний – натуральных эксплуатационных. Изложены общие положения, которые могут использоваться при создании универсальной методики проведения натуральных эксплуатационных испытаний динамических насосов.*

**Ключевые слова:** динамические насосы, натурные эксплуатационные испытания, энергоресурсосбережение, энергопотребление, система «насосный агрегат-сеть».

*У статті обґрунтовано актуальність введення в практику експлуатації насосного обладнання нового виду його випробувань - натурних експлуатаційних. Викладено загальні положення, які можуть використовуватися при створенні універсальної методики проведення натурних експлуатаційних випробувань динамічних насосів.*

**Ключові слова:** динамічні насоси, натурні експлуатаційні випробування, енергоресурсозбереження, енергоспоживання, система «насосний агрегат-мережа».

### ВВЕДЕНИЕ

Поиск путей улучшения качества взаимосвязи элементов подсистемы «насосный агрегат-сеть» является обоснованным в условиях сегодняшней острой необходимости энергоресурсосбережения.

На пути достижения данной цели одним из основных вопросов является разработка методики энергетического обследования гидравлических сетей промышленных и коммунальных предприятий с динамическими насосами в их составе. Вопрос заключается в том, что как и при стендовых испытаниях динамических насосов, так и при эксплуатационных испытаниях каждый вид испытаний является индивидуальным и требует своя методика его проведения.

Необходимость разработки рассматриваемой методики является особо актуальной для Украины, в которой по уровню энергопотребления на первом месте находится собственно энергетика, на втором – металлургия и на третьем – жилищно-коммунальное хозяйство. Во всех этих отраслях наибольший удельный вес расходуемой электроэнергии приходится на динамические насосы [1]. При этом практически все они работают не в оптимальных режимах и соответственно являются одной из причин повышенной энергоемкости указанных отраслей промышленности Украины.

Для выявления указанных резервов энергосбережения требуется проведение нового вида испытаний динамических насосов (по отношению к видам испытаний, оговоренных ГОСТ 15000 – «Постановка продукции на производство») – натуральных эксплуатационных, то есть испытаний по определению напорной и энергетической характеристик динамических насосов непосредственно на месте их эксплуатации.

### АНАЛИЗ ПРЕДЫДУЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно данным Президента Российской ассоциации насосостроителей В. К. Караханьяна на требование Европейского Союза (ЕС) сократить энергопотребление к 2020 году на 40% «Euroump» определил, что

добиться снижения энергопотребления за счёт повышения КПД динамических насосов можно на 3%, за счёт улучшения подбора насоса - на 4%, а всё остальное – за счёт лучшего согласования совместной работы системы «насосный агрегат-сеть», а также за счёт качественного регулирования работы насоса [2].

Эти выводы базируются на данных немецких и английских инженеров, которые путём электротермического измерения реального КПД скважинных насосных установок для водоснабжения обследовали 200 насосных установок в Германии и 300 установок в Великобритании и установили, что среднеэксплуатационный КПД указанных установок на 19% меньше от паспортного максимального. Испытания немецкими и английскими специалистами проводились с применением термоэлектрического метода изменения КПД насосной установки.

Отметим, что в Украине ситуация ещё хуже. По данным, приведенным в работе [3], которые были получены при обследовании 26 насосных станций в системе водоснабжения г. Сумы, среднеэксплуатационный КПД используемых динамических насосов составил 47 % от максимального паспортного КПД обследованных насосов.

На кафедре прикладной гидроаэромеханики Сумского государственного университета была разработана «Методика энергетических обследований динамических насосов» [4,5], но проведенный анализ этой методики показал необходимость её доработки [6]. Имеющимся наработкам в этом направлении и посвящена настоящая статья.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Появление нового вида испытаний (натурных эксплуатационных) обусловлено сменой приоритетов в технико-экономической политике развития промышленного производства. Речь в данном случае идет о переходе от экстенсивного развития промышленности (практика СССР) к интенсивному (вынужденная сегодняшняя практика постсоветских государств и Украины в том числе). На практике это выглядело так: создается новое производство и под него создается новое насосное оборудование, далее на вновь создаваемом производстве выполняется опытно-промышленная эксплуатация опытных образцов новых насосов. Соответственно сегодня содержание задач, стоящих перед отечественным машиностроением вообще и насосостроением в частности, является качественно другим. Созданные в советское время производства и гидравлические сети в их составе продолжают эксплуатироваться и все более вырабатывают свой ресурс. Поэтому на первый план выходит задача их модернизации и при необходимости замены. Без этого все более острыми становятся проблемы, обусловленные возрастающей опасностью возникновения крупномасштабных техногенных аварий. Подтверждением последнего являются известные аварии систем водоотведения в городах Одессе и Харькове.

Кроме проблем, связанных с возможностью возникновения катастроф, в том числе обусловленных и работой устаревшего насосного оборудования, дополнительная необходимость решения задачи модернизации эксплуатируемого насосного оборудования обуславливается приобретающими все большую актуальность вопросами экологической безопасности и проблемами энергосбережения. Последние, специалистами европейского сообщества, касательно насосного оборудования, предлагается решать по пути более полного анализа качества работы насосного агрегата в сети.

Описанная схема приоритетов в развитии насосостроения требует и адекватного ответа на вновь возникающие задачи. Наиболее достоверные результаты показателей работы насосного оборудования в действующих

сетях дают эксплуатационные натурные испытания насосных агрегатов. В новых условиях последним необходимо придать новую форму и содержание. Речь идет о необходимости в данных условиях проведения эксплуатационных испытаний насосного оборудования в действующих сетях, в том числе в производствах с непрерывным технологическим процессом.

Такие эксплуатационные испытания можно условно разделить на следующие категории:

- испытания при сдаче системы водоснабжения в промышленную эксплуатацию с целью проверки соответствия параметров проектным после выполнения монтажных работ;
- периодические испытания на соответствие эксплуатационных параметров проектным;
- дополнительные испытания для определения энергоэффективности работы системы в целом (в процессе проведения энергоаудита);
- испытания в процессе проведения работ, связанных с модернизацией элементов сети;
- испытания, проводимые после завершения комплекса работ по модернизации элементов сети.

В части методики проведения нового вида испытаний также требуется определенная доработка в зависимости от целей, достижение которых ожидается от рассматриваемого вида испытаний. Такими целями могут быть:

- определение фактических напорной и энергетической характеристик эксплуатируемых насосных агрегатов;
- прогнозное определение технического состояния и ожидаемого ресурса эксплуатируемых насосных агрегатов;
- определение реальной характеристики сети, на которую работает испытываемое насосное оборудование;
- определение и учет реальных состава и свойств перекачиваемой испытываемым оборудованием среды;
- разделение вопросов оценки технического состояния и качества работы собственно насоса и привода;
- определение исходных данных для дальнейшей модернизации и усовершенствования эксплуатируемых насосных агрегатов и технических систем, обеспечивающих их работоспособность.

Очевидно, что введение в практику насосостроения рассматриваемого нового вида испытаний требует самостоятельного решения ряда научно-технических вопросов и регламентации способов их решения.

Новый вид испытаний требует разработки новых подходов к их проведению: приборное обеспечение, методики проведения, способы обработки и анализа получаемых результатов.

Все исследованные существующие на сегодняшний день методики имеют приблизительно одинаковую структуру, поэтому перед началом испытаний насоса на месте эксплуатации следует определиться со следующими основными пунктами:

1. Измеряемые параметры рабочей жидкости и элементов гидравлической сети:

- характеристика рабочей жидкости:
  - а) температура;
  - б) вязкость (плотность);
  - в) наличие примесей;
- характеристика системы подвода жидкости к насосу (высота подпора и т. д.);
- основные параметры насоса (согласно паспорту);
- основные параметры электропривода (согласно паспорту);

- характеристика подводящей электросети (частота, напряжение, несимметрия фаз и т. д.);
- характеристика системы отвода жидкости:
  - а) диаметры;
  - б) конфигурация;
  - в) запорная арматура;
  - г) состояние стенок трубопровода.

При испытаниях необходимо производить измерения следующих параметров насоса:  $Q$  – подача, м<sup>3</sup>/ч;  $N$  – потребляемая насосным агрегатом электрическая мощность, кВт;  $H$  – напор, м;  $n$  – частота вращения ротора насоса, об/мин; параметры, характеризующие состав и свойства перекачиваемой среды (состав – чистая жидкость или гидросмесь (газожидкостная смесь ГЖС); свойства – плотность ( $\rho$ ), вязкость ( $\eta$ ), температура ( $t$ ); наличие (отсутствие) свойства кристаллизации в перекачиваемой среде). Для гидросмесей необходимо знать объемную концентрацию газа (твёрдых частиц) в составе основной жидкости, а также состав твёрдой фракции.

- Учёт состава и свойств перекачиваемой среды должен включать в себя:
- критические режимы работы;
  - влияние на характеристику динамического насоса.

Задача такого учёта – обеспечение совпадения рабочей и оптимальной по КПД подач динамического насоса при его эксплуатации.

Вопрос учёта состояния привода испытываемого насосного агрегата можно свести к двум положениям:

- рассматриваемые насосные агрегаты, как правило, являются электроприводными, и в рассматриваемой методике мы ограничиваемся рассмотрением только электроприводных агрегатов;
- по мере эксплуатации изменяется исходное состояние не только собственно насоса, но и его привода, поэтому ориентироваться только на паспортные данные приводных электродвигателей не следует. Для этого предлагается процедура, аналогичная определению мощности холостого хода ( $N_{xx}$ ) при модельных испытаниях проточных частей динамических насосов. Речь идёт об испытаниях, при которых определяется потребляемая агрегатом мощность при снятых рабочих колёсах насоса. В последнем случае в состав  $N_{xx}$  входят потери энергии собственно в электродвигателе и внешние механические потери собственно насоса. В этом случае имеют место погрешности, связанные с отсутствием гидродинамических нагрузок на ротор насоса, возникающих при осуществлении ним рабочего процесса, но эти погрешности, как правило, не велики и ими можно пренебречь.

## 2. Проверка режима работы насоса:

- условия на входе в насос;
- условия на выходе из насоса;
- состояние рабочих органов проточной части.

## 3. Приборы, применяемые для испытаний:

- набор приборов;
- методика и условия их применения;
- класс точности и т. д.

Обсуждая приборное обеспечение нового вида испытаний необходимо учесть реальное место и условия их проведения.

Далее относительно приборного обеспечения испытаний следует разделить его на две группы. Как правило, на местах эксплуатации имеются приборы для измерения давления на входе и выходе насоса (или есть возможности их установить). Соответственно вторая часть приборов должна быть мобильной (переносной).

Испытания могут проводиться согласно классам точности 1 и 2. В случае отсутствия специального соглашения (договора) между

производителем (поставщиком) и потребителем испытания проводятся по классу точности 2.

Устанавливаемый предприятием-изготовителем класс испытания для серийно выпускаемых насосов (агрегатов) указывают в технической документации, в программе и методике испытаний. Для вновь разрабатываемых насосов класс испытания, устанавливаемый разработчиком по согласованию с заказчиком, указывают в технической документации, в программе и методике испытаний на разрабатываемую продукцию. Для продукции, поставляемой индивидуально по договорам, класс испытаний устанавливают в договоре по согласованию заинтересованных сторон.

Средства измерений, которые используются при испытаниях по классу 2, должны иметь класс точности, не ниже указанного в таблице.

*Таблица 1 – Рекомендуемые классы точности средств измерений*

Наименование показателя	Рекомендуемый класс точности средств измерений, не ниже
Расход $Q$ , м <sup>3</sup> /ч, л/с	2,5
Давление $P$ , кгс/см <sup>2</sup>	
Мощность насоса $N_n$ , кВт (Вт)	
Мощность насосного агрегата $N_{на}$ , кВт (Вт)	2,0
Частота вращения $n$ , об/мин	1,0

Измерение подачи в виде объёма или массы жидкости за единицу времени можно проводить любым из следующих методов: измерением взвешиванием, методом измерения объёма, измерением с помощью устройств с перепадом давления, измерением с помощью тонкостенных водосливов, методом измерения скорости на участке (отрезке), методом изотопных индикаторов, разными видами расходомеров (турбинные, электромагнитные, ультразвуковые, вихревые и счётчики переменной скорости). Рекомендуется подачу насоса измерять на выходе из насоса после мест отбора жидкости на собственные нужды насоса (охлаждение, промывку, смазку, подачу в уплотнение и т. д.). В случае технической невозможности обеспечить указанное требование на месте эксплуатации насоса допускается измерение подачи на входной линии насоса. При определении места расположения мерного сечения на напорной линии следует считать, что по влиянию на неравномерность потока насос эквивалентен изгибу трубопровода под углом 90° в плоскости, совпадающей с плоскостью изгиба отвода насоса.

Измерение давления можно производить жидкостным, весовым, пружинным манометром или манометром другого вида, которые должны быть на местах эксплуатации насосных агрегатов. Имеется большая разновидность абсолютных или дифференциальных преобразователей (датчиков) давления, основанная на вариантах исполнения или электрических свойствах.

Температуру перекачиваемых насосом сред (в том числе и воды) следует измерять в трубопроводе или баке (резервуаре) на подводящей линии насоса. Место измерения температуры жидкости следует выбирать с таким расчётом, чтобы измерительная часть термометра (гильза в которую опускают термометр) или температурные датчики не оказывали заметного влияния на результаты измерения как температуры, так и других измеряемых параметров (давлений, скоростей, подачи). Измерительная часть термометра или датчика температуры должна быть полностью помещена либо непосредственно в перекачиваемую жидкость, либо в металлический тонкостенный цилиндр, полностью омываемый

снаружи перекачиваемой жидкостью, не вступающей в химическое взаимодействие с материалом гильзы.

Вибрацию насоса (агрегата) измеряют виброметрами по ГОСТ 25275, класс точности не ниже 2,0. Шум следует измерять у насоса совместно с приводом при помощи шумомера по ГОСТ 17187, класс точности не ниже 2,0.

Измерения силы тока связаны с требованиями электрической безопасности насосов [7].

#### 4. Схема установки приборов

Наилучшие условия измерений в мерных сечениях трубопровода достигаются тогда, когда выбирается такое место установки приборов, где поток обладает: осевой симметрией распределения скоростей, равномерным распределением статического давления, отсутствием завихрений, вызываемых работой насосной установки.

#### 5. Программа испытаний

Испытания насосов проводятся по заранее утверждённой программе, согласованной с предприятием.

В программе испытаний должны быть указаны:

- цель и задачи испытаний;
- количество и характеристика опытов;
- допустимые колебания параметров;
- частота регистрации показаний приборов;
- режимы работы насосов во время испытаний.

В качестве приложений к программе испытаний должны составляться принципиальная схема установки и таблица режимов испытаний.

#### 6. Персонал, требования к нему

Точность измерений зависит не только от качества измерительных приборов, но и от опыта и квалификации персонала, работающего с измерительными приборами при проведении испытаний. Снятие показаний доверяется лицам, которые после проведения инструктажа могут снять точные и надёжные показания.

#### 7. Методика расчёта результатов испытания

Результаты испытаний считаются достоверными и пригодными для обработки и анализа, если колебания параметров, периодичность записей показаний приборов и продолжительность опыта соответствуют программе испытаний.

До начала обработки результатов испытаний руководитель производит разметку опытов на основании просмотра журналов наблюдений.

В основе обработки результатов испытаний лежат средние значения величин, вычисленные по записям в журналах наблюдений в пределах каждого опыта. Для определения действительных значений измеряемых величин к полученным их средним значениям вводятся поправки.

Усредненное значение массового расхода сетевой воды в каждом опыте пересчитывается на объёмный расход  $Q$ , м<sup>3</sup>/ч, по зависимости

$$Q = \frac{G}{\rho} \cdot 10^3,$$

где  $G$  - массовый расход сетевой воды, т/ч;  $\rho$  - плотность сетевой воды в месте установки измерительной диафрагмы, кг/м<sup>3</sup>.

Если при измерении расхода температура сетевой воды отличается от расчетной температуры в месте установки измерительной диафрагмы, усредненное из опыта значение массового расхода  $G_{оп}$ , т/ч, корректируется по зависимости

$$G = G_{оп} \cdot \sqrt{\rho_{оп} / \rho_p},$$

где  $\rho_{он}$  - плотность сетевой воды в месте установки измерительной диафрагмы во время проведения опыта, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_p$  - расчетная плотность сетевой воды для используемой измерительной диафрагмы, кг/м<sup>3</sup>.

Действительное абсолютное давление среды у заборного отверстия  $P$ , кгс/см<sup>2</sup>, измеренное манометром, с учетом поправок составит

$$P = P_m + \Delta P_{п} + \Delta P_{уст} + P_б,$$

где  $P_m$  - показание манометра, кгс/см<sup>2</sup>;  $\Delta P_{п}$  - поправка по протоколу тарифовки, определяемая по графикам тарифовки для соответствующего показания манометра, кгс/см<sup>2</sup>;  $\Delta P_{уст}$  - поправка на установку манометра, на высоту столба воды в соединительной трубке от места ее присоединения до манометра, кгс/см<sup>2</sup>:

$$\Delta P_{уст} = \frac{H_{уст} - H_{п}}{10},$$

$H_{уст}$ ,  $H_{п}$  - соответственно отметка установки манометра (по присоединительному штуцеру) и место присоединения заборного устройства, м;  $P_б$  - барометрическое давление в месте проведения испытаний, кгс/см<sup>2</sup>:

$$P_б = \frac{B_0}{735,6},$$

$B_0$  - приведенное к 0 °С показание барометра с учетом поправок по паспорту, мм рт. ст.

Полный напор  $H$ , м вод. ст., развиваемый сетевым насосом в каждом режиме испытаний и необходимый для построения фактической напорной характеристики, определяется по зависимости

$$H = \frac{(P_n - P_{вх}) \cdot 10^4}{\gamma} + \frac{C_n^2 - C_{вх}^2}{2g} \pm \Delta h,$$

где  $P_n$ ,  $P_{вх}$  - давление соответственно в напорном и входном патрубках насоса с учетом поправок по протоколу поверки прибора и на отметку установки манометра, кгс/см<sup>2</sup>;  $C_n$ ,  $C_{вх}$  - скорость сетевой воды соответственно в напорном и входном патрубках насоса, м/с;  $\gamma$  - удельный вес сетевой воды, перекачиваемой насосом, кгс/м<sup>3</sup>;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\Delta h$  - разность высот точек присоединения импульсных трубок к напорному и входному патрубкам (водоводам), м.

Поправка  $\Delta h$  вносится со знаком "плюс", если точка присоединения импульсной трубки манометра на напорном патрубке расположена выше точки присоединения импульсной трубки манометра на входном патрубке, и со знаком "минус" - в противном случае.

Полученные значения величин заносятся в таблицу результатов испытаний.

Для определения фактических КПД насоса и насосного агрегата используются общепринятые зависимости.

Мощность на валу насоса  $N_n$ , кВт, определяется как

$$N_n = N_{эд} \cdot \eta_{эд},$$

где  $N_{эд}$  - мощность, потребляемая электродвигателем из сети, кВт;  $\eta_{эд}$  - КПД электродвигателя, определяемый по паспорту (каталогу).

Коэффициенты полезного действия насоса  $\eta_H$  и насосного агрегата  $\eta_{н.а}$  определяются по зависимостям

$$\eta_H = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot 10^3 N_H} = \frac{N_{п}}{N_H},$$

$$\eta_{н.а} = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot 10^3 N_c} = \frac{N_{п}}{N_c},$$

где  $N_{п}$  - полезная мощность насоса, кВт.

Значения КПД насоса и насосного агрегата, полученные расчетами, также заносятся в таблицу результатов испытаний. По данным таблицы результатов испытаний строятся следующие фактические характеристики испытанного насоса (рис. 1):

- зависимость напора, развиваемого насосом, от подачи при данном его техническом состоянии,  $H = f(Q)$ ;
- зависимость мощности на валу насоса от подачи  $N_H = f(Q)$ ;
- зависимость КПД насоса от подачи  $\eta_H = f(Q)$ .

Для облегчения контроля за состоянием насосов характеристики насоса должны быть представлены также в виде  $\Delta P = f(G)$ ;  $N_{эд} = f(G)$  и  $\eta_{н.а} = f(G)$  на одном общем, так называемом рабочем графике (рис. 2).

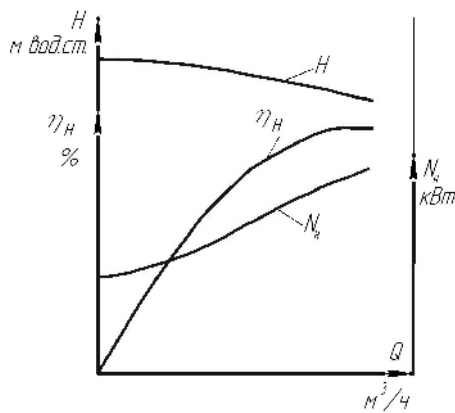


Рисунок 1 - Характеристики насоса:  $Q-H$ ;  $N_H-Q$ ;  $\eta_H-Q$

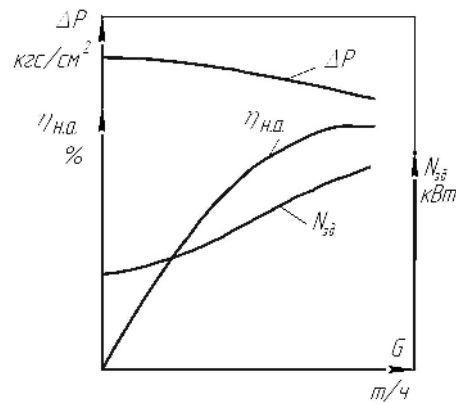


Рисунок 2 - Рабочие характеристики насоса:  $\Delta P = f(G)$ ;  $N_{эд} = f(G)$ ;  $\eta_{н.а} = f(G)$

Разность давлений на входе и выходе из насоса  $\Delta P$ , подача  $G$  и мощность электродвигателя  $N_{эд}$  зависят от температуры обратной сетевой воды  $t_{о.в}$  в меру изменения удельного веса воды с изменением температуры перекачиваемой воды. Поэтому значения  $G$ ,  $\Delta P$  и  $N_{эд}$ , полученные в опытах, должны быть пересчитаны:

$$G_{пр} = G \frac{\gamma_{пр}}{\gamma}, \quad \Delta P_{пр} = \Delta P \frac{\gamma_{пр}}{\gamma}, \quad N_{эд}^{пр} = N_{эд} \frac{\gamma_{пр}}{\gamma},$$

где  $\gamma_{пр}$  - удельный вес воды при принятой для рабочих характеристик температуре сетевой воды  $t$ ;  $\gamma$  - удельный вес воды в условиях опыта;  $G$ ,  $\Delta P$  и  $N_{эд}$  - соответственно подача насоса, разность давлений на входе в насос и выходе из него и мощность электродвигателя в условиях опыта.



Анализ результатов испытаний насосов проводят путем сравнения полученных фактических характеристик с паспортными данными. При отсутствии паспортных данных для сравнения можно использовать каталожные или иные данные лучших однотипных насосов.

По результатам сравнения делается оценка технического состояния насоса, экономичности его работы, эффективности проведенной модернизации, возможности параллельной работы с другими насосами, соответствия по напору и подаче расчетному гидравлическому режиму насосной станции и т. п.

В случае существенного ухудшения напорной характеристики на 10% и более относительно паспортных данных могут быть рекомендованы:

- вскрытие насоса для уточнения выходного диаметра рабочего колеса, степени износа проточной части и зазоров, для выявления и устранения загрязнений;

- замена рабочего колеса уменьшенным выходным диаметром (относительно данных завода-изготовителя) колесом с паспортным значением выходного диаметра;

- увеличение частоты вращения привода (при условии выполнения соответствующих расчетов и согласования их с заводом-изготовителем).

При необходимости снижения фактических напоров насоса следует обточить рабочее колесо либо уменьшить частоту вращения привода.

Снижение КПД насоса и соответственно увеличение потребления электроэнергии на его привод требует выполнения работ по совершенствованию проточной части насоса, его уплотняющих устройств и т. п.

В случае обнаружения признаков кавитационного износа лопаток насоса (снижение КПД насоса, данные эксплуатационного журнала ремонта насоса, результаты осмотра вскрытого насоса) могут быть рекомендованы: повышение давления сетевой воды во входном патрубке насоса, уменьшение сопротивления трубопроводов и арматуры на линии всасывания и др.

При сужении рекомендуемого заводскими данными диапазона работы насоса рекомендуется замена привода на более мощный при сохранении расчетной частоты вращения.

К числу типовых рекомендаций следует отнести мероприятия по поддержанию в исправном состоянии обратных клапанов насосов, установке и регулярной очистке грязевиков перед насосами.

Указанные и другие мероприятия должны быть обоснованы расчетом и направлены на повышение надежности и экономичности работы как насосов, так и гидравлической системы в целом [8].

## ВЫВОДЫ

Обоснована актуальность работ по улучшению качества эксплуатации динамических насосов как составной части реализации политики энергосбережения Украины. Указывается, что достижение этой цели возможно при условии введения в практику эксплуатации насосного оборудования нового вида его испытаний – натуральных эксплуатационных.

Выполненный анализ научно-технической информации показал, что появляется все большее число узкоспециализированных (по питательным и сетевым насосам, по насосам систем водоснабжения) методик проведения натуральных эксплуатационных испытаний насосного оборудования, что безусловно отражает существующую потребность в этом новом виде испытаний.

Вместе с тем можно полагать, что путь создания самостоятельных методик для однотипных испытаний под каждый тип насоса и производства принципиально неправильный.

В данной работе изложены общие положения, которые могут использоваться при создании универсальной методики проведения натуральных эксплуатационных испытаний динамических насосов.

Очевидно, указанная универсальная методика проведения натуральных эксплуатационных испытаний динамических насосов должна быть доработана и издана как нормативный документ, определяющий одно из направлений работ по энергосбережению при эксплуатации насосного оборудования.

## SUMMARY

### THE NEW TYPE OF PUMPING EQUIPMENT'S TEST

**Gapich L. V.,**

*Sumy State University, Sumy, Ukraine*

*E-mail: lidia\_sumdu@mail.ru*

*The relevance of the introduction of the new type of pumping equipment's test (full-scale operational test) into the practice of its operation is substantiated in the article. The philosophy of creating the universal technique for full-scale operational test of dynamic pumps is provided*

**Key words:** *dynamic pumps, full-scale operational test, energy resource saving, energy consumption, the system "pumping unit - network".*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гусак О. Г. Техніко-економічні вимоги до насосних станцій водопровідних мереж житлово-комунального господарства / О. Г. Гусак, М. І. Сотник, М. М. Іванов, С. Ю. Смертяк, С. О. Хованський, В. С. Бойко // Вестник НТУУ "КПИ". Машиностроение. – К.: НТУУ "КПИ", 2007. – С. 247–251.
2. Стоимость жизненного цикла насоса (LCC): Руководство по анализу LCC насосных систем. – М.: Изд-во ООО «СофтКом», 2010. – 220 с.
3. Хованський С. О. Підвищення ефективності експлуатації відцентрових насосів у системі водопостачання житлово-комунального господарства: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.05.17 «Гідравлічні машини та гідропневмоагрегати»/ С. О. Хованський. – Суми, 2010. – 21 с.
4. Методика енергетичного обстеження систем водопостачання промислових та комунальних підприємств / Держкоенергозбереження України. – К., 2004. – 36 с.
5. Антоненко С. С. Методика енергетичного обстеження систем водопостачання промислових та комунальних підприємств / С. С. Антоненко, С. В. Сапожников, С. Ю. Смертяк // Вісник СумДУ. – 2006. – № 5. – С. 5–9.
6. Євтушенко А. О. Енергозбереження у гідравлічних мережах – подальша розробка методики енергетичного обстеження систем водопостачання промислових та комунальних підприємств / А. О. Євтушенко, М. І. Сотник, О. В. Алексенко, Л. В. Гапич // Промислова гідравліка і пневматика. – 2010. – № 4(30). – С. 3-7.
7. ГОСТ 6134-2007. Насосы динамические. Методы испытаний. – Взамен ГОСТ 6134-87; Введ. 01.06.2008. – М.: Стандартинформ, 2008. – 94 с.
8. Методические указания по испытанию сетевых насосов: СО 34.41.709: Утв. Гл. инженером ПО «Союзтехэнерго» 2.12.81 / М-во энергетики и электрификации СССР. – М., 1981.

*Поступила в редакцию 29 ноября 2011 г.*