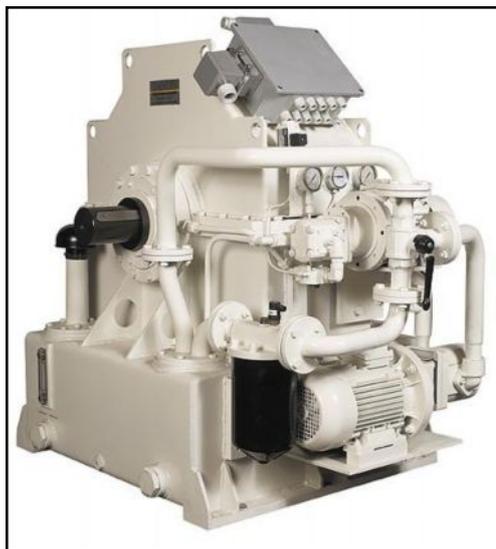


## Регулируемые гидромуфты компании Transfluid

**Простое и надежное решение по регулированию параметров и оптимизации работы различных технологических систем с центробежными механизмами, работающими в переменных режимах.**



---

[www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)

## Введение.

Для подавляющего большинства специалистов энергетики, промышленности, сферы коммунального хозяйства и других отраслей, где необходимо регулирования параметров и оптимизации работы различных технологических систем с механизмами, работающими в переменных режимах (особенно с насосными и вентиляционными установками), уже давно очевидно, что существующие решения с использованием дросселирования не эффективны и приводят к огромным потерям как электроэнергии, так воды и тепла. До недавнего времени эти потери либо не замечали, либо мирились с ними. Сегодня стало необходимым и возможным свести их к минимуму.

Как правило, в большинстве таких технологических систем установлены электродвигатели в расчёте на максимальную производительность оборудования, в то время как часы пиковой нагрузки, т.е. время работы оборудования с максимальной производительностью, составляют всего 10-15 процентов общего времени работы оборудования. В результате электродвигатели, работающие с постоянной скоростью вращения, потребляют значительно, до 50 %, больше электроэнергии, чем это требуется для обеспечения оптимального технологического процесса.

Сегодня, для решения описанных проблем и оптимизации работы таких систем на рынке активно предлагаются разнообразные решения на базе частотных преобразователей, как зарубежного, так и отечественного производства. Однако подавляющее большинство современных преобразователей частоты и регулируемых электроприводов на их основе имеют заведомо избыточный для сферы коммунального хозяйства набор пользовательских функций, за которые, тем не менее, приходится платить потребителю. Кроме того, системы на базе частотных преобразователей требуют наличия высококвалифицированного персонала для обслуживания этих систем, они в подавляющем большинстве случаев не могут быть отремонтированы в «полевых» условиях (т.е. в месте их эксплуатации), создают существенные сложности в установке и эксплуатации в виду образования скачков электрического тока и помех в сети питания, сетях защит, управления и сигнализации, что особенно характерно для частотных преобразователей на напряжение 6 кВ и выше, требующих индивидуальных расчетов фильтрокомпенсирующих устройств.

Однако, уже многие годы во многих странах мира для точного и эффективного регулирования расхода (давления) рабочей среды и скорости вращения оборудования используются универсальные регулируемые гидромуфты (вариаторы скорости) производства компании **Transfluid** (Италия). Предоставляемая возможность регулирования скорости работы оборудования является наилучшим способом приспособить насосы и иное центробежное оборудование к требуемой производительности с точки зрения соотношения между ценой и качеством. Гидромуфты обеспечивают высокий КПД при умеренных инвестиционных затратах (в среднем в 2 - 2,5 раза меньше, чем затраты на установку преобразователя частоты аналогичной мощности на 6 кВ), и позволяют получать выгоду как от экономии потребляемой электроэнергии и расходы воды, так и от повышения надежности, срока службы и межремонтного ресурса оборудования ввиду щадящих режимов его работы. Гидромуфты не требуют серьезного технического обслуживания, кроме контроля уровня масла и его периодической замены, пригодны для осуществления текущего и капитального ремонта в полевых условиях и с использованием оборудования и персонала, имеющих у службы механиков любого предприятия коммунального хозяйства.

## Принципы использования регулируемых приводов

Ниже, мы приводим описание принципов применения регулируемых приводов, которые справедливы в равной степени и для электрического привода на базе частотного преобразователя, и для регулируемого гидропривода.

---

[www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)



117198, г. Москва, улица Бутлерова, дом 17Б, офис 323  
Телефон/факс: (495) 984-21-86, (495) 749-76-56  
info@i-technolog.ru, [www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)



В мировой практике регулируемый привод уже давно признан одной из наиболее эффективных энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий. Высокая эффективность применения автоматизированного регулируемого привода для регулирования параметров и оптимизации работы различных технологических систем с механизмами, особенно с насосными и вентиляционными установками, работающими в переменных режимах, подтверждена многолетним мировым опытом.

Применение регулируемого привода позволяет оптимизировать работу электродвигателей, исключить непроизводительное потребление электроэнергии, а в системах теплоснабжения и водоснабжения, помимо этого, обеспечить значительную экономию тепла (до 10 %) и снижение водопотребления (до 20 %).

Энергосберегающий эффект от применения регулируемого привода можно пояснить на примере работы насосной установки, требующей регулирования её производительности и необходимости поддержания постоянного давления у потребителя. Такие режимы работы характерны, в частности, для большинства технологических систем водоснабжения. Принцип формирования экономии электроэнергии и расхода воды показан на рис. 1, на котором представлены характеристики совместной работы насоса и гидравлической сети.

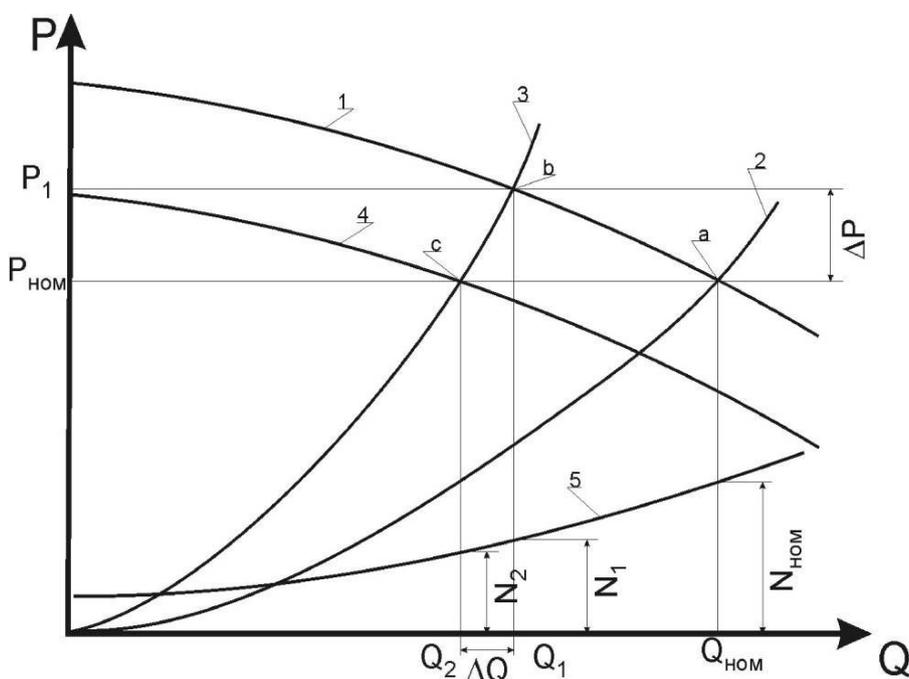


Рис.1 Характеристики совместной работы центробежного насоса и гидравлической сети

При номинальной расчетной производительности  $Q_{ном}$  насос работает при номинальной частоте вращения  $f_0$  в точке «а» пересечения характеристики насоса (кривая 1) с гидравлической характеристикой сети (кривая 2) При этом в сети устанавливается номинальное давление, определяемое напором насоса  $P_{ном}$ , расход воды у потребителя -  $Q_{ном}$ , мощность, потребляемая насосом и определяемая по мощностной характеристике насоса (кривая 5) -  $N_{ном}$

При снижении водопотребления гидравлическое сопротивление сети повышается, гидравлическая характеристика сети смещается (кривая 3), рабочая точка нерегулируемого насоса переходит в точку

[www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)

«В», соответствующую расходу  $Q_1$ , с напором  $P_1$

Насос работает с напором, избыточным на величину  $\Delta P = P_1 - P_{\text{ном}}$ . Мощность, потребляемая насосом, составляет  $N_1$ .

Ликвидация избыточного напора  $\Delta P$  при работе насоса с регулируемым приводом достигается соответствующим снижением частоты вращения до величины  $f_1$ . При этом характеристика насоса смещается до положения (кривая 4), при котором восстанавливается номинальный напор насоса и требуемое давление в сети при изменённой гидравлической характеристике сети (кривая 3).

Насос работает в точке «С» с номинальным напором  $P_{\text{ном}}$ , с производительностью  $Q_1$ , обеспечивая экономию расхода воды  $\Delta Q$ , и потребляет мощность  $N_2$ .

При изменении частоты вращения насоса зависимости напора, расхода и мощности на валу насоса изменяются в соответствии со следующими соотношениями:

$$Q_1 / Q_2 = (f_0 / f_1)^k ; P_1 / P_{\text{ном}} = (f_0 / f_1)^n ; N_1 / N_2 = (f_0 / f_1)^m$$

где  $f$  - скорость вращения насоса,  $k$ ,  $n$ ,  $m$  - показатели степени, которые для характеристики лопастного насоса (вентилятора) при совпадении начала координат характеристик насоса и сети составляют  $k = 1$ ,  $n = 2$ ,  $m = 3$ .

Изменение (снижение) расхода воды и потребляемой мощности (электроэнергии) при работе с регулируемым приводом по сравнению с работой без регулирования скорости вращения определяется вышеприведенными соотношениями. То есть, потребляемая мощность снижается пропорционально изменению скорости вращения в третьей степени. Например, при работе со скоростью вращения 80% от номинальной потребляемая мощность уменьшается вдвое.

*Показатели степени, в принципе, могут отличаться в зависимости от конкретных условий работы. В частности, исследования показали, что в водопроводных сетях с противодавлением зависимость потребляемой мощности насоса от частоты вращения еще выше и определяется не 3-й, а большей степенью, достигающей в отдельных случаях значения **равного пяти**.*

Ресурсосберегающий эффект регулируемого привода определяется его регулирующей способностью и возможностью плавных пусков и остановок насосов, вентиляторов и других механизмов.

Особенно эффективно применение регулируемого привода в системах холодного (ХВС) и горячего (ГВС) водоснабжения и теплоснабжения коммунальных хозяйств, в частности, на центральных тепловых пунктах (ЦТП), поскольку в этом случае регулируемый привод, помимо экономии электроэнергии, обеспечивает также экономию воды до 20 % и тепла до 6-10 %.

Кроме прямой экономии электроэнергии и воды достигается так же и косвенный экономический эффект от использования гидропривода за счет повышения надежности, срока службы и межремонтного ресурса оборудования (насосных и вентиляционных агрегатов, арматуры и коммутационной электротехнической аппаратуры) ввиду щадящих режимов его работы, что в зарубежной практике оценивается выше экономического эффекта от экономии электроэнергии, а так же за счет экономии расхода воды в сети.

---

[www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)

**По результатам обследования института энергетики США (EPRI) 84% ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ГЛАВНОЙ ПРИЧИНОЙ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА НАЗВАЛИ «УВЕЛИЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ», ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕЛОМ И ТОЛЬКО ПОТОМ «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА». Только 6% пользователей на первое место поставили фактор энергосбережения.**

## **РЕГУЛИРУЕМЫЙ ГИДРОПРИВОД (гидромуфта) «Transfluid»**

### **Общие сведения.**

Регулируемый гидропривод Transfluid представляет собой специальную гидромуфту с мокрым сцеплением. В качестве рабочей жидкости используется, как правило, масло. **Эксклюзивным дистрибутором компании Transfluid в странах СНГ является компания «Интертехнология».**

Фирмой «Transfluid» созданы совершенные конструкции регулируемых гидромуфт (регулируемых приводов) типов KSL и KPT, в которых регулирование потока происходит как на входе в круг циркуляции, так и на его выходе. Гидромуфты благодаря особенностям конструкции позволяют решать проблемы запуска машин и механизмов, приводимых во вращение электрическими и дизельными двигателями средних и больших мощностей.

Эти гидродинамические муфты (регулируемые привода) могут функционировать как механизм плавного пуска и управляемый вариатор скоростей машин.

Схема управления гидромуфтой относительно проста. Ее работа осуществляется следующим образом: масло как РЖ для передачи мощности, отбирается из картера электронасосом и направляется в круг циркуляции в объеме рабочей полости муфты. Отвод же масла из нее происходит под действием центробежных сил через специальные отверстия, выполненные по периферии рабочей полости, в результате чего масло вновь возвращается обратно в картер гидромуфты.

На рис. 12 изображены регулируемые гидромуфты (регулируемые привода) компании Transfluid srl [KSL](#) , [KPTO](#) , [KPTB](#) Подробное описание гидромуфты **KSL** и регулируемых гидромуфт **KPT** приведено в соответствующих разделах нашего сайта <http://www.i-technolog.ru/> и в **каталогах**, в которых содержится информация о порядке выбора необходимых типоразмеров этих муфт и их параметрах.



[www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)



117198, г. Москва, улица Бутлерова, дом 17Б, офис 323  
Телефон/факс: (495) 984-21-86, (495) 749-76-56  
info@i-technolog.ru, [www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)



## **Области применения регулируемых гидромуфт :**

ПИТАТЕЛЬНЫЕ И ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ТЭЦ,  
НЕФТЯНЫЕ И ХИМИЧЕСКИЕ НАСОСЫ,  
НАСОСЫ ДЛЯ ГОРОДСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ,  
ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ГАЗОВЫЕ КОМПРЕССОРЫ,  
ВЕНТИЛЯТОРЫ, ДЫМОСОСЫ И ВОЗДУХОДУВКИ,  
МОЛОТКОВЫЕ ДРОБИЛКИ, ШАРОВЫЕ МЕЛЬНИЦЫ,  
ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ,  
УТИЛИЗАТОРЫ, ИЗМЕЛЬЧИТЕЛИ ДРЕВЕСИНЫ,  
КОРООБДИРОЧНЫЕ СТАНКИ – ЭТО ДАЛЕКО НЕ ПОЛНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ МАШИН  
ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ ГИДРОМУФТ.

Особенно экономично применение регулируемых гидромуфт в приводе **центробежных лопастных машин**. Глубина регулирования скорости в этом случае достигает **5:1**.

Основным резервом энергосбережения на тепловых электростанциях и водоканалах России является уменьшение энергозатрат на собственные нужды путем регулирования производительности насосных установок. Эта важная задача решается достаточно эффективно применением регулируемых гидромуфт для оперативного изменения частоты вращения питательных и сетевых насосов при переменных нагрузках. При снижении нагрузки гидромуфта уменьшает частоту вращения насоса, что существенно улучшает его работу и продляет срок службы.

В пусковых режимах электродвигатель насоса разгоняется вхолостую при полностью опорожненной гидромуфте. Кроме того, опорожнением гидромуфты насос всегда может быть отключен от двигателя.

Мощность  $N_2$  на валу центробежного насоса пропорциональна кубу частоты его вращения.  $N_2 = \lambda n_2^3$ ,  $n_2$  - текущая частота вращения вала насоса, равная частоте вращения турбины гидромуфты, где  $\lambda$  – коэффициент пропорциональности, равный  $\lambda = N_n / n_1^3$ ;  $N_n$  - номинальная (заданная) мощность насоса.  $n_1$  - номинальная частота вращения насоса при допущении, что частота вращения асинхронного электродвигателя постоянна.

$N_1$  - мощность на валу насоса гидромуфты  $N_1 = \lambda n_2^3 / i$  ( $i = n_2 / n_1$ ).

Потери мощности в гидромуфте равны:  $N_1 - N_2 = N_n \cdot n_2^3 / n_1^3 \cdot i - N_n \cdot n_2^3 / n_1^3 = N_n (i^2 - i^3)$ .

---

[www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)

Значение  $i$ , при котором потери мощности в гидромуфте максимальны, определяется из равенства нулю 1-й производной уравнения потерь:  $d(N_1 - N_2) / di = 0$ ;  $N_n(2i - 3i) = 0$ .  $i = 2/3 \approx 0,667$ , что соответствует скольжению  $S = (1 - i) \cdot 100 \% = (1 - 0,667) \cdot 100 \% \approx 33,3\%$ .

Максимальные потери мощности составляют:

$$(N_1 - N_2)_{\max} = N_n (i_2 - i_3) = N_n \cdot (0,6672 - 0,6673) \approx 0,148 N_n.$$

**Максимальные потери мощности в гидромуфте равны 14,8% от номинальной мощности.**

На рис.1 показаны кривые изменения относительной мощности на входе и выходе гидромуфты, а также потери мощности при изменении скольжения гидромуфты.

Слева и справа от значения скольжения 33,3% [  $(i = 1 - 0,333) \cdot 100\% = 66,7\%$  ]

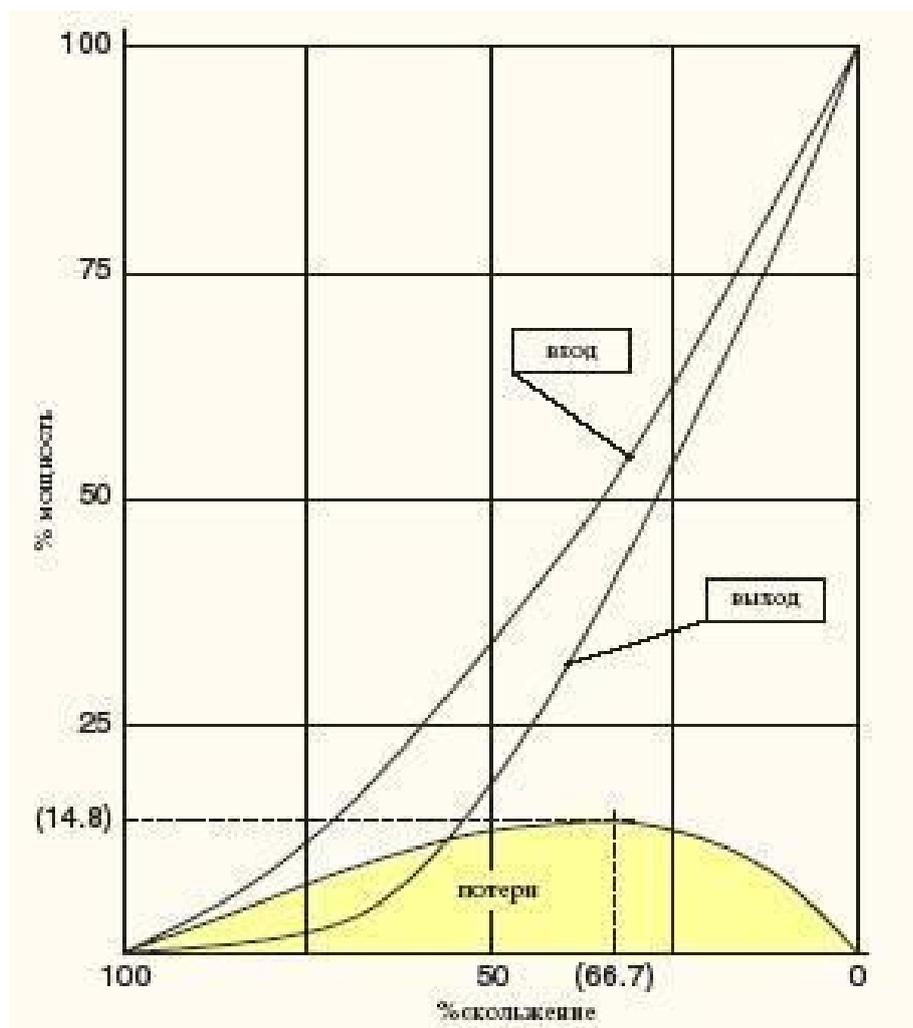


Рис.1

[www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)



[www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)



117198, г. Москва, улица Бутлерова, дом 17Б, офис 323  
Телефон/факс: (495) 984-21-86, (495) 749-76-56  
info@i-technolog.ru, [www.i-technolog.ru](http://www.i-technolog.ru)

