

С.П. ВЫСОЦКИЙ, А.А. ЧЕРНЮК

Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ ДонНТУ

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Рассмотрены пути повышения эффективности насосного оборудования, снижения энергопотребления и уменьшения выброса углекислого газа. Применение регулируемого электропривода позволяет снизить энергопотребление до 42%.

насос, привод насоса, потребление энергии, выброс парниковых газов

Одной из важнейших проблем, волнующих мировое сообщество является изменение климата вследствие роста эмиссии диоксида углерода (CO_2). Существует множество подходов по ограничению выбросов CO_2 , основанных на лучших знаниях, одним из таких подходов является Киотское соглашение, подписанное в 1997 году. Это соглашение устанавливает определённые лимиты на количество выбрасываемого углерода, при этом сторона, подписавшая соглашение обязана до 2010 года снизить выбросы.

Учитывая прогрессирующее изменение климата на планете, количество инициатив, направленных на сокращение выбросов CO_2 как на международном, так и на национальном уровне, возросло. Одним из основных является снижение энергопотребления, что приведёт к сокращению «парникового эффекта» или эмиссии CO_2 . Для того, чтобы достичь этого, необходимо выявить, затем исключить или совершенствовать производства, которые потребляют большое количество энергии. При этом возможен также прием инициативных решений об отказе или существенное повышение стоимости энергоёмких продуктов, например, за счет их повышенного налогообложения. В инициативах по уменьшению энергоёмкости продукции необходимо также учитывать потенциальное сбережение, которое может быть достигнуто в уже установленных, эксплуатируемых системах.

В системах теплофикации энергосбережение может быть обеспечена за счет следующих основных направлений: повышение эффективности работы теплогенераторов, снижение потерь тепловой и электрической энергии при их транспортировке и снижение потерь тепла у потребителя.

В Украине основное количество тепловой энергии производится за счет сжигания высокорезакционного теплоносителя – природного газа. Стоимость этого энергоносителя

только за последние годы существенно увеличилась. Прослеживаются следующие показатели увеличения его стоимости:

Табл. 1 – Показатели изменения стоимости природного газа по годам

Годы	Стоимость дол. за 1000 м ³
2005	50
2006	95
2007	130
2008	180
2009	360 ÷ 450

В отечественной экономике сложность ситуации усугубляется экономическим кризисом и существенным повышением курса доллара. Таким образом, повышение энергоэффективности теплофикационных систем кроме обеспечения экологического эффекта связано также с необходимостью улучшения экономических показателей. Одним из них является использование нетрадиционных носителей и когенерации, рассмотренных в [1].

В настоящей работе авторы рассматривают проблему повышения эффективности работы теплофикационных систем за счёт применения более совершенных технологий транспорта энергоносителя.

Центробежные насосы обычно подразделяются на три класса: с радиальными, осевыми и смешанными потоками. Различия в конструкции рабочих колес (импеллеров) обеспечивают возможность изготовления насосов, которые эффективно эксплуатируются в различных условиях от малых расходов и больших напоров до больших расходов и малых напоров. Выдача насоса увеличивается при снижении напора. При выборе насоса учитывают его характеристику зависимости напора от расхода (рис. 1). На характеристике обычно указывается требуемая мощность в кВт, требуемая величина напора (разрежение) на всасе насоса при различных расходах, скорость вращения рабочего колеса, диаметр насоса и зона его наибольшей эффективности эксплуатации. Естественно, расход энергии минимальный, когда насос эксплуатируется в диапазоне наибольшей эффективности. Насос может поставляться с одним из размеров рабочих колес (в миллиметрах или футах) каждому из которых соответствует своя кривая. Характеристика выбранного насоса должна соответствовать характеристикам сети. Величина отклонения от зоны наибольшей эффективности не должна превышать 20%.

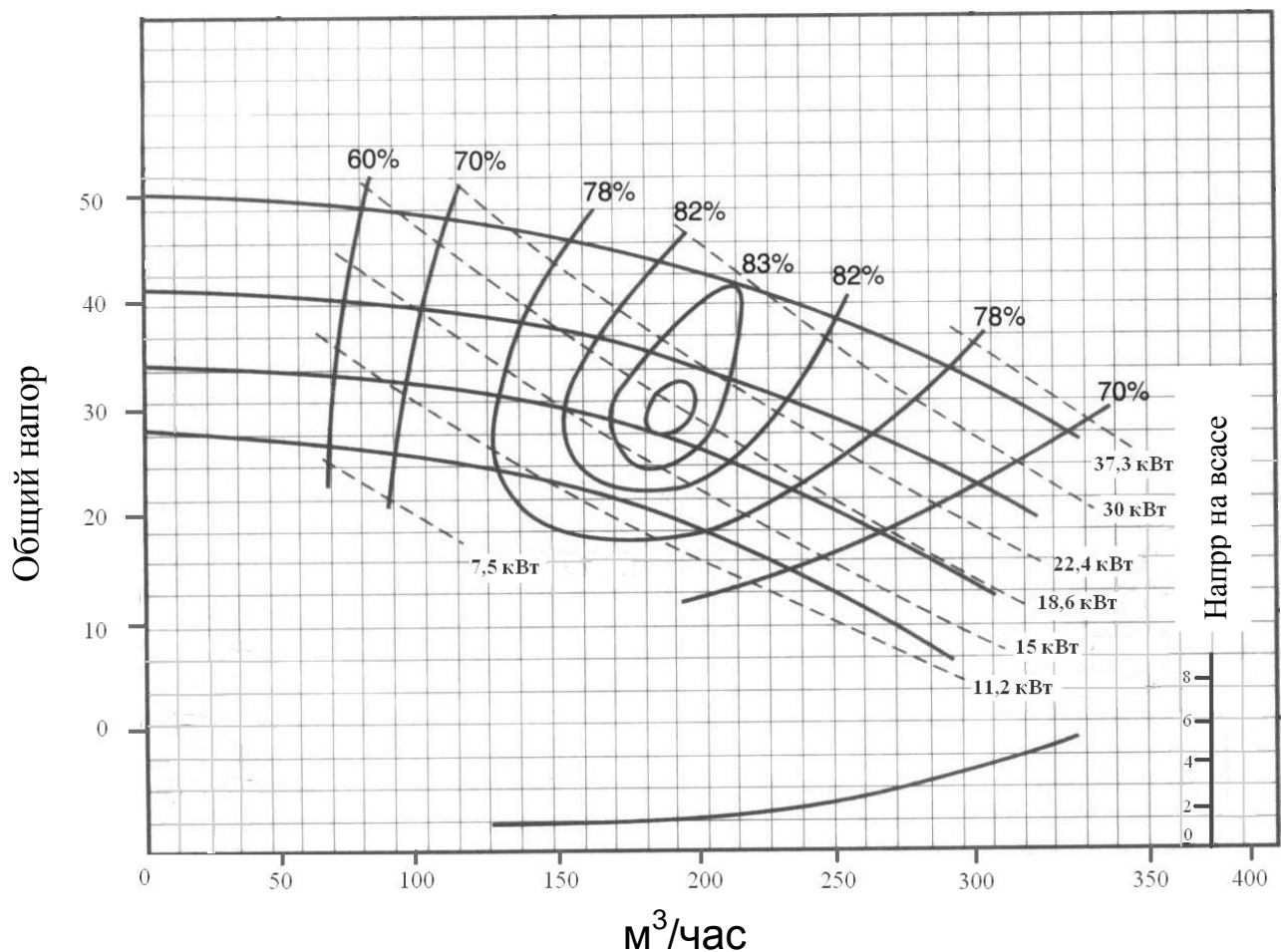


Рис. 1 – Характеристики работы центробежного насоса

Насосы являются составной частью систем теплофикации, и эффективность их работы зависит от их характеристик, типа привода и соответствия насосного оборудования систем [2]. Существует большой потенциал сбережения энергии, когда насос и система, в которой он действует, рассматриваются вместе.

Следует отметить, что насосы и связанное с ними оборудование, такое как трубопроводы, клапаны и резервуары всегда рассчитываются по максимальному количеству перекачиваемой воды. При определении максимальной производительности учитывают: возрастание потребности в теплоносителе в будущем, повышение производительности в особых ситуациях (аварии, значительное понижение температуры, увеличение неравномерности потребления теплоносителя и прочее).

В случае, когда насосное оборудование рассчитано на максимальную производительность, необходимо предусмотреть уменьшение требуемого расхода за счет установки насосов с разными характеристиками или применяя соответствующие системы управления насосным оборудованием. Средний расход воды может составить только часть от максимального. Для примера на рис. 2 показано изменение расхода на протяжении суток.

Работа приводов насоса в большей части времени на протяжении суток или сезона года приводит к перерасходу электрической энергии.

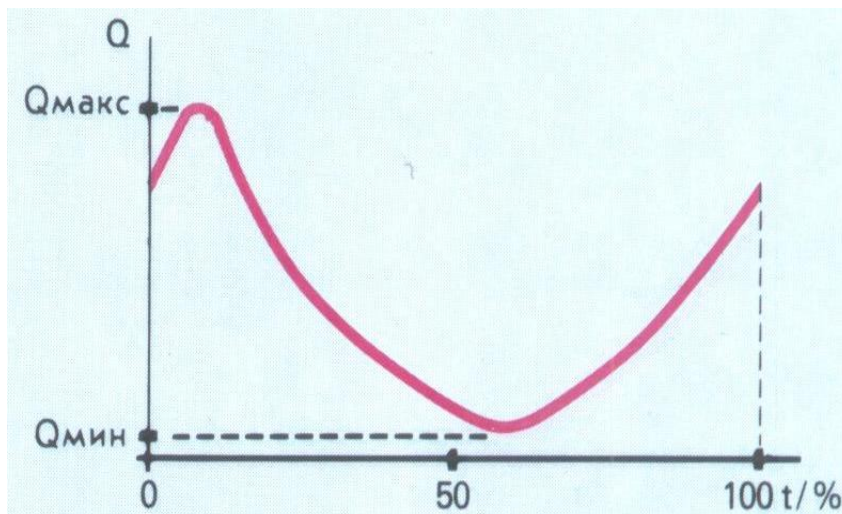


Рис. 2 – Изменение расхода воды в течении суток

Q – расход воды; t – часы; $Q_{\text{макс}}$ – наибольший расход; $Q_{\text{мин}}$ – наименьший расход.

На рис. 3 представлены типичные характеристики подачи насоса и системы. Насос работает в зоне, которая представлена пересечением кривых. При этом верно, что насос работает в зоне существенно меньшей эффективности. Так как его характеристика работы в зоне наибольшей эффективности не соответствует характеристике системы. В результате насос потребляет больше электрической энергии.

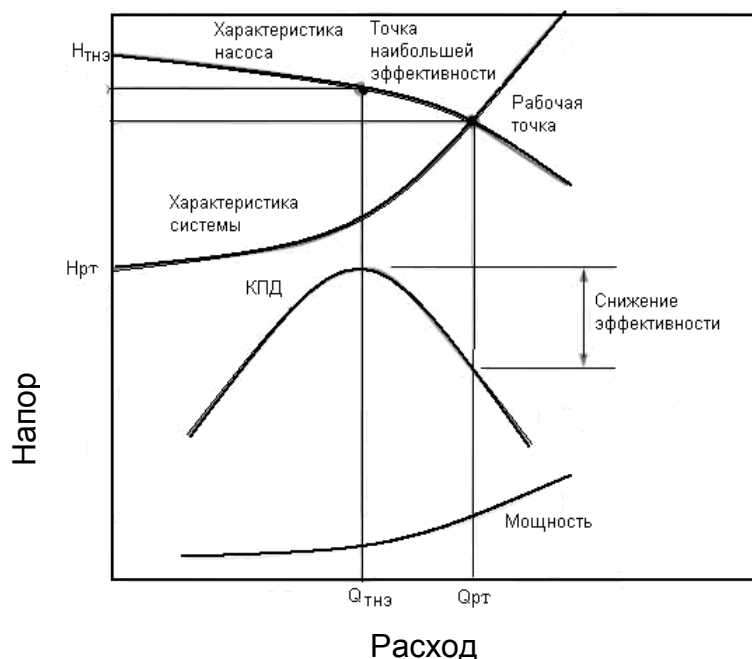


Рис. 3 – Кривые характеристик насоса и системы

Диаграмма на рис. 4 показывает, что за счет выбора лучшей характеристики системы и более эффективного управления насосным оборудованием может быть достигнута экономия электрической энергии до 30%. А в случае выбора насоса с правильной характеристикой и обеспечения лучших условий эксплуатации экономия может достигать 37 – 40%.

Приведенные данные показывают вклад отдельных составляющих в обеспечение повышение эффективности работы насосного оборудования. Только комплексный подход дает возможность существенно увеличить эффективность системы, однако в любом случае наибольший вклад в этот процесс обеспечивается за счет применения системы управления.

На промышленных предприятиях регулирование дроселированием пока еще является наиболее распространенным способом регулирования. Однако КПД регулирования дроселированием значительно хуже КПД регулирования скорости вращения, при которой экономия электрической энергии часто превышает 50 %.

В современных системах управления насосным оборудованием широко используют регулирование скорости вращения насоса за счет изменения частоты переменного тока. Регулирование насоса с помощью изменения частоты тока позволяет экономить энергию так как энергия не тратится на преодоление противодействия дросельного органа.

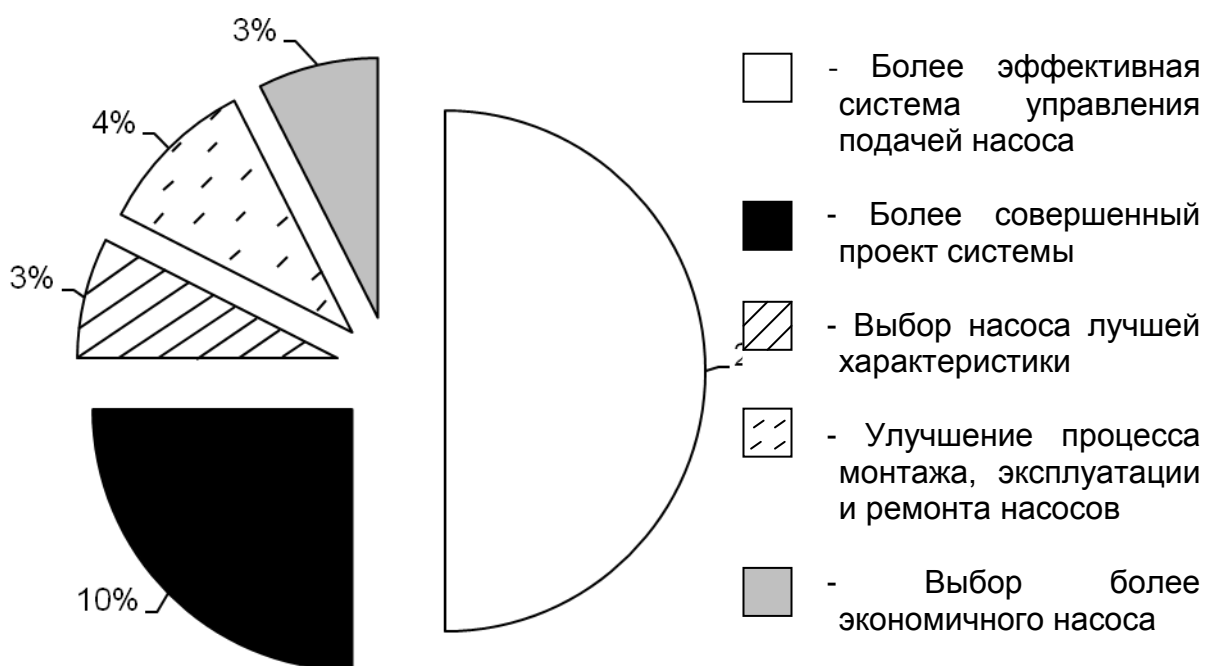


Рис. 4 – Потенциал энергосбережения для насосного оборудования

Регулирование путем дроселирования вызывает уменьшение потока жидкости в трубопроводе, что приводит к дополнительным затратам электрической энергии, так как насос постоянно должен преодолевать противодействие, которое создается клапаном.

Мощность, которую потребляет насос, находим по формуле:

$$P = \frac{Q \cdot H \cdot \rho \cdot g}{\eta}$$

де P – мощность, кВт;

Q – расход, м³/с;

H – напор, м;

ρ – плотность жидкой среды, кг/дм³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

η – КПД насоса.

Из формулы следует, что мощность P определяется в прямой зависимости от произведения расхода Q и напора H . На рис. 2 и 3 наглядно изображена необходимая мощность (заштрихованный участок). Из рисунков видно, что необходимая мощность на нашем примере при регулировании скорости вращения составляет меньше половины мощности, которая потребляется при регулировании дроссельными клапанами. Экономия мощности, которая достигается, существенно зависит от подачи, при которой насос в среднем работает.

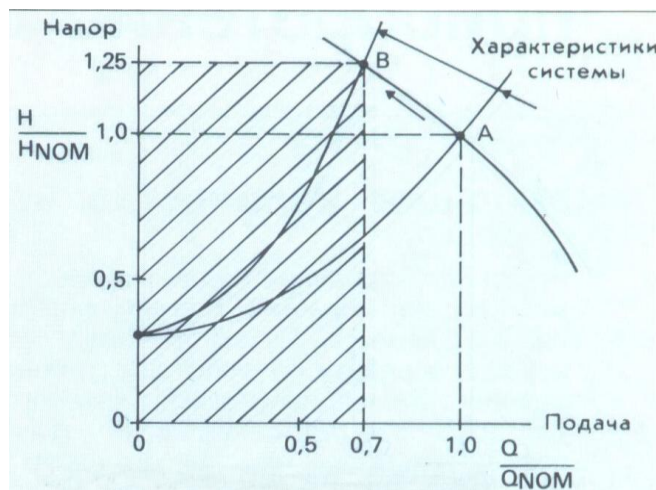


Рис. 5 – Регулирование подачи Q центробежного насоса с помощью дроссельных клапанов.

А – рабочая точка при максимальной подаче;

В – рабочая точка при 70 % подаче; $Q = 0,7$ та $H = 1,25$.

Необходимая мощность $\sim 0,7 * 1,25 = 0,875$.

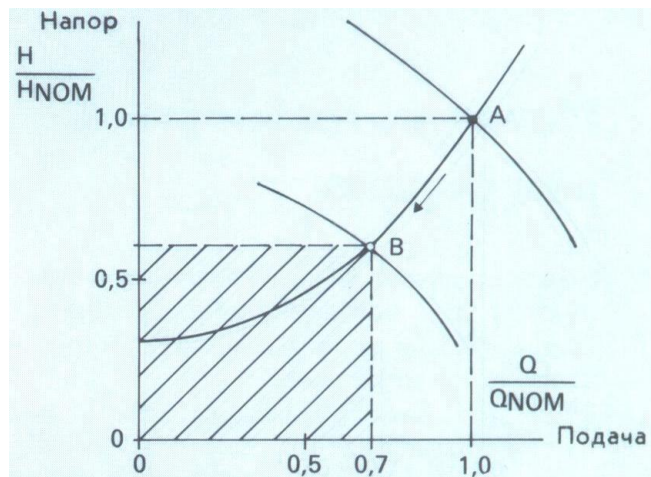


Рис. 6 – Регулирование подачи Q центробежного насоса путем управления скоростью вращения.

А – рабочая точка при максимальной подаче.

В – рабочая точка при 70 % подаче; $Q = 0,7$ $H = 0,6$.

Необходимая мощность $\sim 0,7 * 0,6 = 0,42$, то есть меньше половины необходимой мощности при регулировании дроселированием.

Так, например, при работе насоса с приводом мощностью 35 кВт сокращение потребляемой мощности составляет 14,7 кВт. При длительности работы насоса в газу 8000г. это обеспечивает экономию энергии при КПД электродвигателя 0,96 составляет 122500 кВт*ч/год. Это в свою очередь обеспечивает снижение эмиссии CO_2 на генерирующих предприятиях в количестве 155 т/год [2].

Выводы:

1. Правильный выбор насосов обеспечивает существенное снижение энергопотребления. При значительном изменении подачи насосов в течение суток или по сезонам года необходимо устанавливать насосное оборудование разной производительности.
2. Снижение потребления энергии может быть достигнуто путем установки электрических приводов с регулируемой скоростью вращения за счет изменения частоты переменного тока.
3. Повышение эффективности насосов обеспечивает существенное снижение эмиссии парниковых газов.

Список литературы

1. Высоцкий С.П., Щербушенко Е.С. Производство и использование альтернативных энергоносителей в мировой практике и в Украине. Энергосбережение. – № 12. – 2008. – с. 20 – 24.
2. Высоцкий С.П., Иванец И.В. Эмиссия углекислого газа и использование возобновимых источников энергии. Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету . - № 81. – 2008. – с. 490 – 502.
3. Bob Went: The systems approach to reducing carbon emissions. World pumps, № 500, May, 2008, p.p. 52-55.