

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

А. А. Чижик

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Ю. А. Андреевец

Количество выхлопных газов автомобилей в основном определяется массовым расходом топлива автомобилями. Расход по расстоянию нормируется и обычно указывается производителями (одна из потребительских характеристик). В отношении суммарного объема выхлопных газов приблизительно можно ориентироваться на такую цифру – один литр сжигаемого бензина приводит к образованию примерно  $16 \text{ м}^3$  смеси различных газов [1], [2].

В современном мире введены экологические стандарты под объединенным названием «Евро», регулирующие содержание вредных веществ в выхлопных газах у автомобилей и спецтехники. С 2014 г. применяется стандарт Евро 6, который нормирует содержание вредных веществ выхлопных газов (табл. 1).

*Таблица 1*

### Евростандарты для большегрузного транспорта (категории N2, EDC)

Класс	Дата	СО (гр./кВт)	NO <sub>x</sub> (гр./кВт)	НС (гр./кВт)	PM (гр./кВт · ч)
Евро 0	1988–1992	12,3	15,8	2,6	–
Евро 1	1992–1995	4,9	9,0	1,23	0,40
Евро 2	1995–1999	4,0	7,0	1,1	0,15
Евро 3	1999–2005	2,1	5,0	0,66	0,1
Евро 4	2005–2008	1,5	3,5	0,46	0,02
Евро 5	2008–2014	1,5	2,0	0,46	0,02
Евро 6	2014–2017	1,5	0,4	0,46	0,01

В качестве приводного двигателя в комбайнах ОАО «Гомсельмаш», в том числе и КВК-800, используются следующие силовые установки (табл. 2) [3].

*Таблица 2*

### Параметры применяемых силовых установок в комбайнах ОАО «Гомсельмаш»

Двигатель	Scania DC 13 074A	Mercedes OM 502 LA
Объем двигателя, л	12,7	11,9
Номинальная мощность двигателя, кВт	331	320
Номинальная частота вращения, об/мин	1800	1800
Экологический стандарт	Евро-5	Евро-4/5
Количество цилиндров	6	6
Расход топлива, г/кВт · ч	205	201

При современном уровне развития техники одним из способов снижения токсичности выхлопа является нейтрализация токсичных компонентов отработавших газов с использованием химических реакций окисления и (или) восстановления. Другим способом является установка вентилятора для охлаждения ДВС.

В настоящее время экологические нормы как «Евро-2» и «Евро-3» можно соблюдать, используя простейшие «обычные» приводы вентиляторов систем охлаждения: ременной привод (рис. 1, *а*), ремень + карданный вал + натяжитель ремня (рис. 1, *б*), гидростатический привод (рис. 1, *в*) [4].

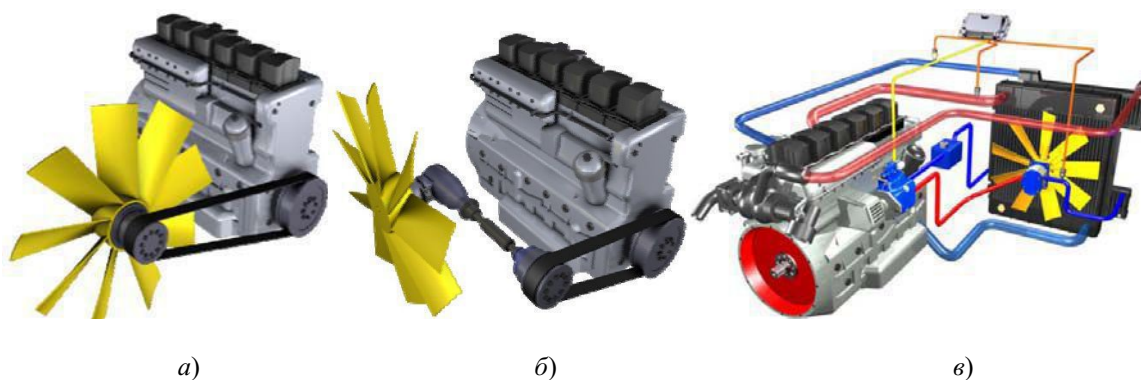


Рис. 1. Обычные приводы вентиляторов:  
*а* – ременной привод; *б* – ремень + карданный вал + натяжитель ремня;  
*в* – гидростатический привод

Ременные передачи применяют преимущественно в тех случаях, когда по условиям конструкции валы расположены на значительных расстояниях. Мощность современных передач не превышает 50 кВт.

В свою же очередь при обеспечении более высоких экологических норм не возможно обойтись без использования гидравлического оборудования: «Евро-3» совместно с гидромеханическим управлением (рис. 1, *в*), «Евро-4» и «Евро-5» – электрогидравлическим управлением.

Экспериментальным путем были получены диаграммы скорости вращения вентиляторов (рис. 2) с различным видом привода [4].

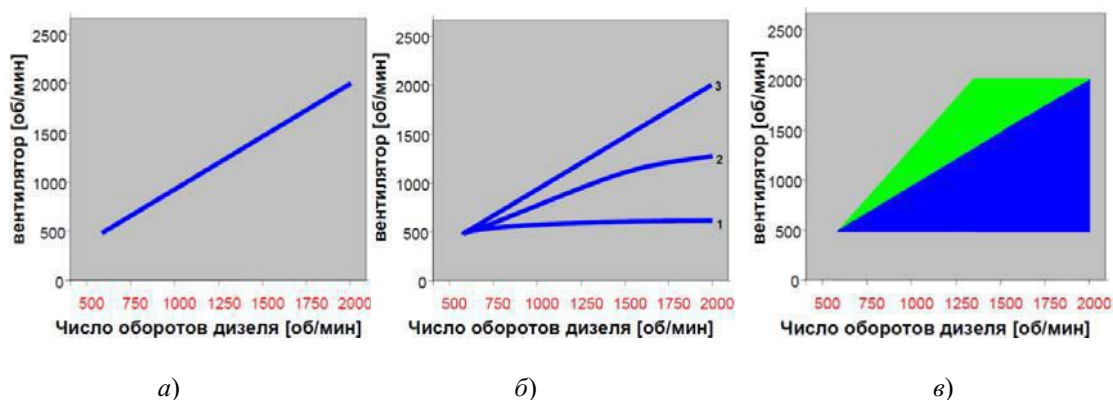


Рис. 2. Графики зависимости числа оборотов вентилятора от числа оборотов двигателя:  
*а* – ременной привод; *б* – ремень + карданный вал + натяжитель ремня;  
*в* – гидростатический привод

В гидравлических системах комбайнов ОАО «Гомсельмаш» «Гидромеханическое управление/фиксированный расход» (рис. 3, а) и данный способ применяем для привода вентилятора охлаждения двигателя комбайна КВК-800 (рис. 3, б).

В базовой комплектации комбайн КВК-800 имеет механический привод вентилятора (рис. 3, а) который модернизируется и заменяется на гидростатический привод (рис. 3, б).

В результате расчета [5], [6] модернизируемой гидросистемы комбайна КВК-800 получен КПД гидростатического привода вентилятора в размере 86,7 %, а КПД механического привода данного вентилятора составляет 82 %. Следовательно, увеличение КПД составляет 4,7 %, что и приводит к экономии топлива и снижению вредных выбросов в атмосферу при работе комбайна.

При проектировании современных мобильных машин необходимо решать следующие задачи: увеличение КПД, экономия топлива, уменьшение количества выхлопных газов, и как следствие, улучшение экологии. Данные задачи могут решаться, в том числе, применением охлаждения приводного двигателя мобильной машины.

Охлаждение двигателя традиционно осуществлялось при помощи механического привода вентилятора, однако он имеет следующие недостатки:

- непостоянство передаточного отношения из-за скольжения ремня на шкивах;
- значительные габаритные размеры при больших мощностях;
- большое давление на шкивы в результате натяжения ремня;
- низкая долговечность ремней (от 1000 до 5000 ч).

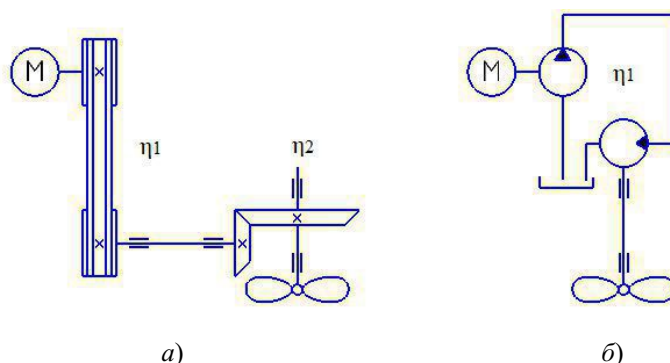


Рис. 3. Приводы вентилятора:  
а – механический привод вентилятора; б – гидростатический  
привод вентилятора

Поэтому рекомендуют применять гидростатический привод вентилятора, который имеет следующие преимущества:

- мощность насоса системы охлаждения выбирается соответственно мощности системы охлаждения (ожидаемая экономия топлива около 5 %);
- произвольное место расположения радиатора;
- уменьшение габаритов масляного радиатора (ожидается до 70 %);
- дополнительная экономия топлива с функцией полной остановки привода;
- бесступенчатое регулирование скорости вращения (от min до max);
- обороты вентилятора не зависят от оборотов двигателя.

Экономическая эффективность гидростатического привода вентилятора вместо механического привода доказано в результате модернизации гидросистемы комбайна КВК-800, так как гидростатический привод имеет КПД 86,7 %, что на 4,7 % превышает КПД механического привода.

## Л и т е р а т у р а

1. Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации. – Режим доступа: <https://belgiss.by/>.
2. Топливная компания Бисоил. – Режим доступа: <http://www.bisoil.ru/>.
3. Руководство по эксплуатации комбайна КВК-800.
4. Bosch Rexroth Group. – Режим доступа: <https://www.boschrexroth.com/ru/ru/>.
5. Гойдо, М. Е. Проектирование объемных гидроприводов / М. Е. Гойдо. – М. : Машиностроение, 2009. – 304 с.
6. Теория и проектирование гидропневмосистем : метод. указания к курсовому проекту для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / авт-сост.: Ю. А. Андреевец, Ю. В. Сериков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 42 с.