

## МАСЛОВОЗДУШНЫЕ ОХЛАДИТЕЛИ ФИРМЫ HYDAC INTERNATIONAL ДЛЯ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ

## OIL-AIR COOLING SYSTEMS OF FIRM HYDAC INTERNATIONAL FOR HYDRAULIC FLUID POWER

*Проведен анализ гидравлических принципиальных схем систем охлаждения рабочей жидкости объемных гидроприводов с помощью масловоздушных охладителей фирмы Hydac International. Показано, что маслоохладители обеспечивают отвод тепла до 140 кВт и обладают широкой номенклатурой устройств, служащих для удобства потребителя при выборе типа приводящего вентилятор двигателя — электродвигателя или гидромотора, комплектуются фильтрами с индикаторами загрязненности, регулятором расхода рабочей жидкости и устройствами защиты от перегрузок. Фирма рекомендует методику расчета потерь мощности в гидроприводе с дроссельным и машинным видами управления и приводит графические зависимости, позволяющие выбрать необходимый по количеству отводимого тепла маслоохладитель и определить расход прокачиваемой рабочей жидкости и создаваемый при этом перепад давлений на маслоохладителе. Масловоздушные охладители фирмы Hydac International могут найти широкое применение при проектировании новых объемных гидроприводов для мобильных машин.*

*Ключевые слова: объемный гидропривод, маслоохладитель, рабочая жидкость, потери мощности.*

### Введение

Фирма *Hydac International* (Германия) является одним из мировых лидеров в области производства компонентов для объемных гидроприводов. Производственная программа фирмы включает следующие основные изделия:

– гидроаппаратура: предохранительные, редуционные и обратные гидроклапаны, управляемые обратные гидроклапаны (гидрозамки), дроссели, гидрораспределители, гидроаппаратура с электрическим пропорциональным управлением;

– комплектные гидростанции, включающие насосные установки, исполнительные гидроцилиндры и гидроаппаратуру управления и защиты от перегрузок;

– гидропневмоаккумуляторы;

– высокоэффективные фильтры и приборы для контроля класса чистоты рабочей жидкости (РЖ);

– теплообменные аппараты воздушного и водяного способов охлаждения рабочей жидкости объемных гидроприводов;

– фильтровально-заправочные гидростанции, обеспечивающие очистку рабочей жидкости и поддержание требуемого теплового режима работы гидропривода.

В Украине некоторые из вышеперечисленных гидроустройств выпускаются в ограниченной номенклатуре, поэтому ознакомление с ведущими достижениями мировых производителей, систематизация такого материала и его анализ окажут влияние на формирование актуальных задач для конструкторов и ученых в области объемных гидроприводов, откроют для потребителей более широкие возможности подбора гидрооборудования, и, безусловно, будут являться стимулом для развития отечественной конкурентоспособной промышленности.

### Основная часть

Теплообменные аппараты (теплообменники — маслоохладители и нагреватели) относят к кондиционерам рабочих жидкостей гидросистем. Высокие технические характеристики этих гидроустройств фирмы *Hydac International* позволяют создавать объемные гидроприводы с повышенным уровнем надежности.

На рисунке 1 показаны гидравлические принципиальные схемы масловоздушных охладителей фирмы *Hydac International*, в том числе:

а) с одним электродвигателем М привода вращения вентилятора;

б) с двумя электродвигателями М1 и М2;

в) в комплектации с насосом Н и приводящим его электродвигателем М, причем насос имеет исполнение с двумя валами, один из которых приводится во вращение электродвигателем М, а второй приводит во вращение вентилятор;

г) в комплектации по пункту «в» и фильтром Ф, снабженным обратным (перепускным) клапаном КО и визуальным индикатором ИЗ загрязненности рабочей жидкости (обычно при чистой рабочей жидкости поле индикатора зеленого цвета, а по мере ее загрязнения меняется на красный);

д) в комплектации с индивидуальными приводами вращения насоса Н от электродвигателя М1 и вентилятора от электродвигателя М2, и обратным (перепускным) клапаном КО для защиты нагнетательной магистрали маслоохладителя АТ от превышения давления  $p_1$  сверх допустимого;

е) с приводом вращения вентилятора от гидромотора М;

ж) в комплектации по пункту «д» и фильтром Ф, снабженным визуальным индикатором загрязненности ИЗ и перепускным клапаном КО, размещенным параллельно насосу Н, обеспечивая фильтр Ф и маслоохладитель АТ от превышения давления  $p_1$  сверх допустимого.

На рисунке 2 показаны гидравлические принципиальные схемы дополнительных устройств, которыми могут комплектоваться маслоохладители фирмы *Hydac International*:

а) блок гидромотора М с термоклапаном КП1;

б) блок фильтра Ф с визуальным индикатором загрязненности;

в) блок фильтра Ф с электрическим индикатором загрязненности;

г) блок фильтра Ф с электрическим и световым индикаторами загрязненности.

Термоклапан КП1 предназначен для регулирования расхода, поступающего в гидромотор М и, благодаря этому, изменения частоты вращения гидромотора и интенсивности обдува воздушным потоком маслоохладителя АТ. В состав блока гидромотора М входят основной регулирующий клапан давления КД с гидравлическим управлением (слева давление  $p_d = p_a$ , справа  $p_c$ , плюс усилие пружины), термоклапан КП1, пилотный регулируемый предохранительный клапан КП2, регулируемый дроссель ДР и обратный клапан КО. Принцип работы термоклапана КП1 заключается в наличии термочувствительного элемента, находящегося в потоке нагнетаемой к гидромотору рабочей жидкости под давлением и воздействующего на пружину клапана. Клапан КП1 имеет конструкцию нормально-открытого типа (при низкой температуре клапан под воздействием пружины открыт и рабочая жидкость сливается в линию слива Т гидромотора М). При открытом клапане течение рабочей жидкости через дроссель ДР создает перепад давлений (давление в точке  $p_a$  становится выше давления в точке

$p_b$ ) и это сниженное в точке  $p_b$  давление воздействует на управляющий канал  $p_c$  клапана КД (давление на клапане КД до дросселя равно  $p_a$ , а после дросселя управляющее  $p_b$ , причем  $p_a > p_b = p_c$ ). При создавшейся разнице давлений  $p_a = p_d > p_b = p_c$  клапан КД открывается и часть потока рабочей жидкости сливается в бак (линия Т). Таким образом, термочувствительный клапан КП1 выполняет роль управляющего (пилотного) для основного клапана КД. При разогреве рабочей жидкости в линии р гидромотора М термочувствительный элемент клапана КП1 смещается влево (как показано «по стрелке»), способствуя закрытию прохода рабочей жидкости на слив Т. Закрытие прохода рабочей жидкости приводит к равенству давлений на дросселе ДР между точками  $p_a$  и  $p_b$  ( $p_a = p_d = p_b = p_c$ , что приводит к перекрытию прохода рабочей жидкости через основной клапан КД. Предохранительный пилотный клапан КП2 имеет механическую (ручную) настройку пружины и используется как аварийный при повышении давления на гидромоторе свыше допустимого по условиям эксплуатации. Для предотвращения кавитации в гидроприводе используется обратный клапан КО, который обеспечивает подвод рабочей жидкости из бака к полости нагнетания р гидромотора при внезапной остановке подачи насоса (в этом случае гидромотор вращается по инерции и необходима защита от кавитации).

В таблице 1 приведены сведения о соответствии гидравлических принципиальных схем воздушных маслоохладителей фирмы *Hydac International* выпускаемым сериям, позволяя потребителю упростить выбор требуемого охладителя по конструктивным особенностям.

Теплообменники фирмы «*Hydac International*» выпускаются в следующих конструктивных исполнениях (таблица 2):

1. Стандартная серия маслоохладителей *EL* обеспечивает теплоотвод от 2 до 108 кВт при перепаде температур  $\Delta T = 40^\circ\text{C}$  и расходе рабочей жидкости до 360 л/мин в зависимости от типоразмера аппарата. В качестве привода вентилятора и насоса прокачки масла используются электродвигатели переменного тока суммарной мощностью от 0,04 до 6,2 кВт. Областью применения маслоохладителей серии *EL* является стационарное гидравлическое оборудование в машиностроении, металлургии, горнодобывающей промышленности и других отраслях.

Согласно шифровке маслоохладителей цифры 1, ..., 11 после букв *EL* обозначают типоразмер по рассеиваемой мощности и максимальному расходу, прокачиваемому через маслоохладитель. Конструктивные исполнения 53 типоразмеров маслоохладителей:

*OK-EL 1* — с двумя вентиляторами, приводимыми от электродвигателей;

*OK-EL 2-11* — с одним вентилятором и приводом от электродвигателя;

*OK-EL 4-6* — с насосом прокачки масла и вентилятором с приводом от электродвигателя;

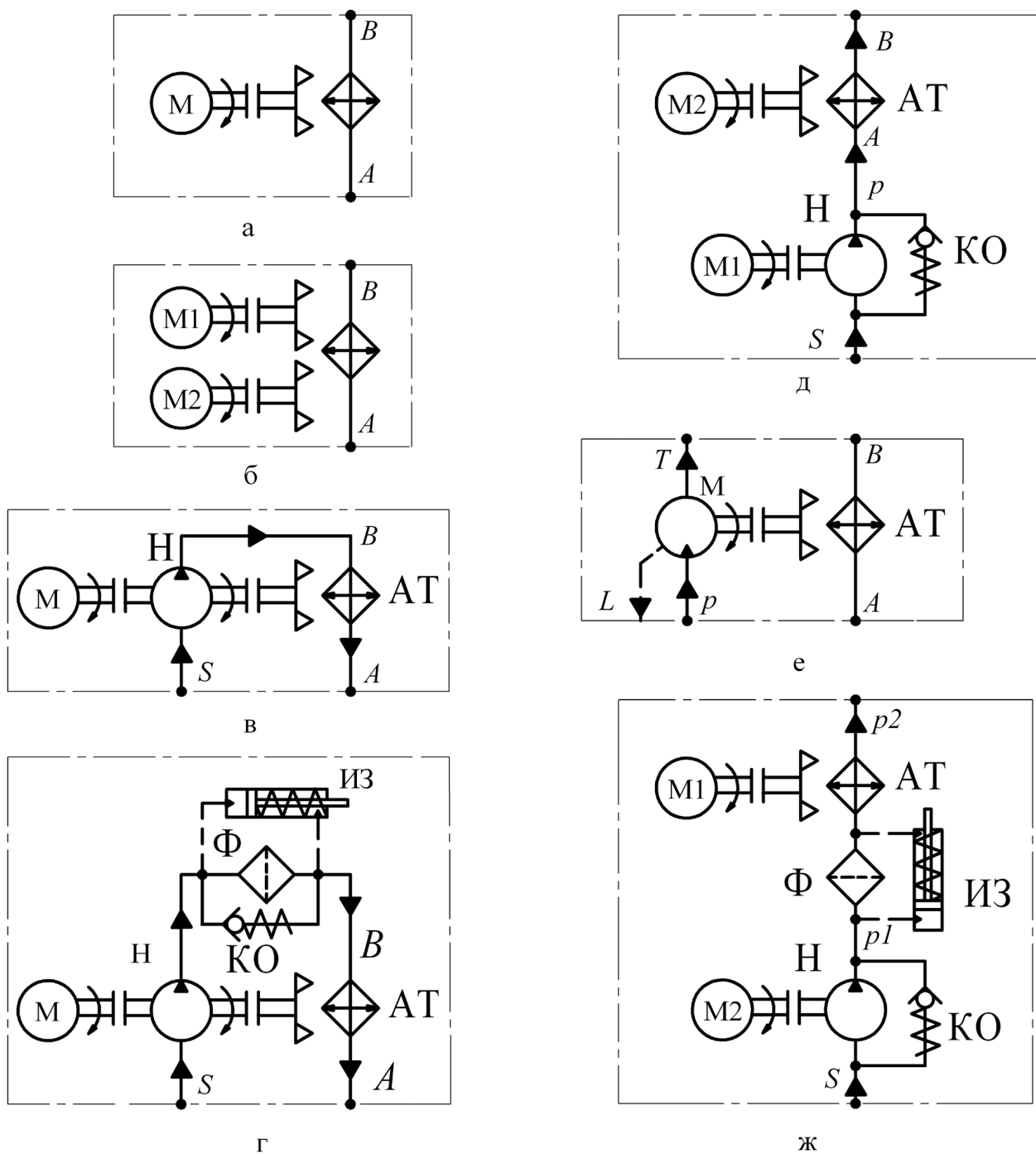


Рисунок 1 — Гидравлические принципиальные схемы воздушных маслоохладителей фирмы Hydac International

ОКАF-EL 4-6 — дополнительно к ОК-EL 7-11 снабжен фильтром в линии нагнетания насоса прокачки;

ОКА-EL 7-11 — с насосом прокачки масла и вентилятором. Приводы вентилятора и насоса прокачки от разных электродвигателей;

ОКАF-EL 7-11 — дополнительно к ОКА-EL 7-11 установлен фильтр в линии нагнетания насоса прокачки;

2. Компактная серия воздушных маслоохладителей ОК-EL обеспечивает рассеивание тепла от 1 до 32 кВт при перепаде температур и расходе рабочей жидкости до

320 л/мин. Маслоохладители 15 типоразмеров снабжены вентиляторами с приводом от электродвигателей переменного тока мощностью от 0,035 до 0,23 кВт для исполнений с одним вентилятором или двумя электродвигателями мощностью 2x0,17–2x0,23 кВт. Областью применения маслоохладителей серии EL является стационарное гидравлическое оборудование, в том числе системы подачи смазывающей и охлаждающей жидкости (СОЖ) в теплонагруженные агрегаты различного назначения. Конструктивные исполнения маслоохладителей:

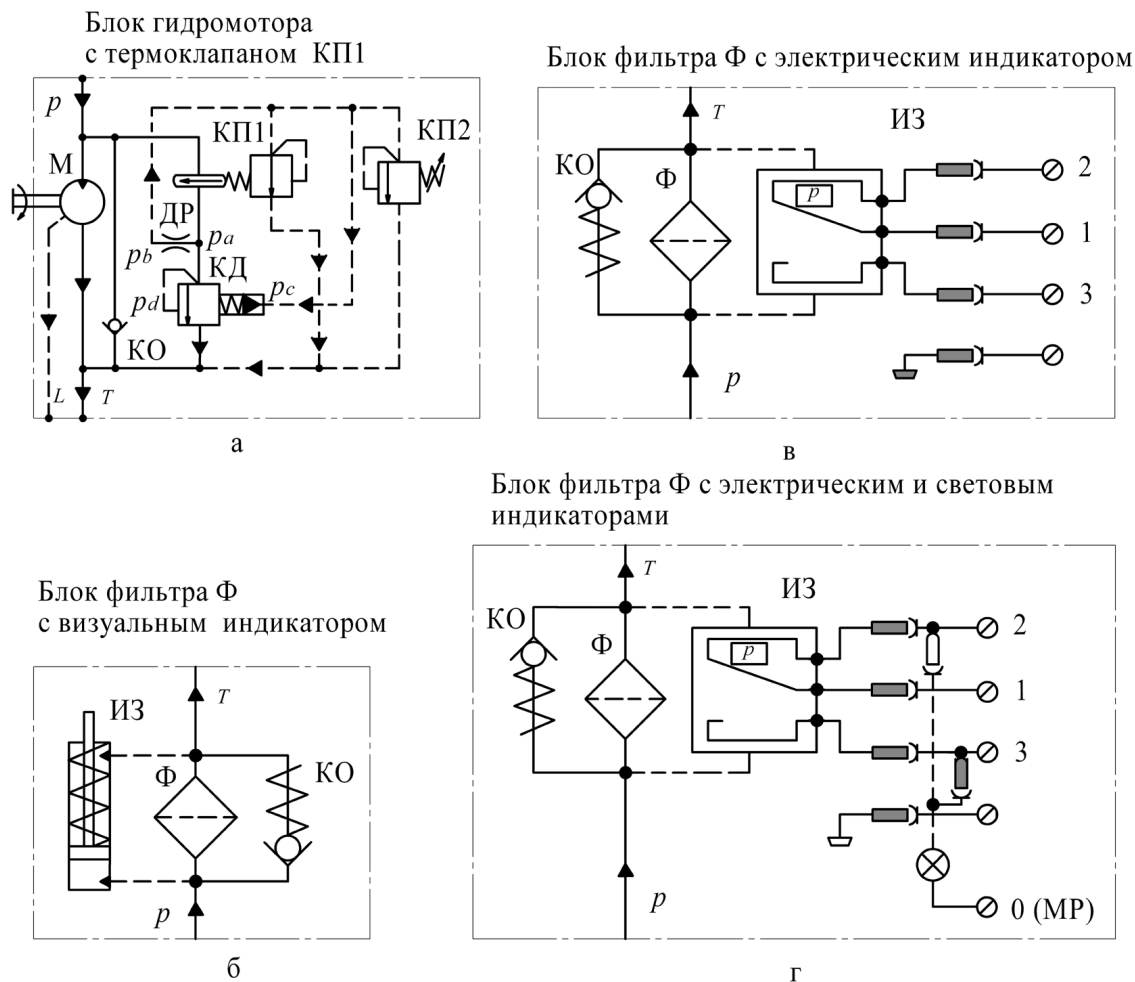


Рисунок 2 — Гидравлические принципиальные схемы дополнительных устройств комплектации воздушных маслоохладителей фирмы «HYDAC INTERNATIONAL»

OK-ELC 0-5 — снабжены одним электродвигателем вращения вентилятора;

OK-ELC 6-7 — снабжены двумя электродвигателями вращения вентиляторов;

3. Серия воздушных маслоохладителей OK-ELD обеспечивает рассеивание тепла от 2 до 34 кВт при перепаде температур и расходе рабочей жидкости до 180 л/мин. Эта серия маслоохладителей предназначена для использования в гидроприводах мобильных машин, в том числе самоходных подъемных кранов, бетоносмесителей и бетононасосов на базе автомобилей, строительно-дорожных машин различного назначения. Маслоохладители снабжены вентиляторами (одним или двумя) с приводом от электродвигателей постоянного тока и напряжением 12 или 24 В. Мощность электродвигателей от 0,05 до 0,60 кВт. Маслоохладители в количестве 16 типоразмеров имеют следующие конструктивные исполнения:

OK-ELD 0-5 — снабжены одним электродвигателем вращения вентилятора;

OK-ELD 5-6 — снабжены двумя электродвигателями вращения вентиляторов;

4. Серия воздушных маслоохладителей OK-ELH обеспечивает рассеивание тепла от 2 до 140 кВт при перепаде температур и расходе рабочей жидкости до 350 л/мин также предназначена для применения в гидроприводах мобильных машин. Маслоохладители снабжены вентиляторами с приводом от гидромоторов шестеренного типа. Эта серия маслоохладителей предназначена для использования в гидроприводах мобильных машин, в том числе самоходных подъемных кранов, бетоносмесителей и бетононасосов на базе автомобилей, строительно-дорожных машин различного назначения. Типоразмерный ряд включает 24 модели, которые комплектуются гидромоторами с рабочим объемом от 6,3; 14 и 22 см<sup>3</sup>, частотой вращения 1000—3000 мин<sup>-1</sup> и на максимальное давление до 30 МПа. В состав серии входят гидромоторы с комплектацией термочувствительным клапаном для регулирования частоты вращения вентилятора в зависимости от температуры РЖ, поступающей в гидромотор (рисунок 2);

5. Воздушные маслоохладители «малозумной» серии SC обеспечивают рассеивание тепла в диапазоне от 2 до 20 кВт при перепаде температур  $\Delta T = 40^\circ C$  и расходе рабочей

Таблиця 1 — Номенклатура воздушных маслоохладителей фирмы *Hydac International* и перечень гидравлических принципиальных схем

Серия маслоохладителей	Тип гидросхемы согласно рисунка 1:						
	а	б	б	г	д	е	ж
1. Стандартная – EL, стационарное применение (2–108 кВт)	OK-EL 2-11	OK- EL1	OKA -EL 4-6	OKAF- EL 4-6	OKA- EL 7-11	-	OKAF EL 7-11
2. Компактная OK-EL, стационарное применение (1–32 кВт)	ELC 0-5	ELC 6-7	-	-	-	-	-
3. Мобильная OK-ELD с электродвигателем (2–34 кВт)	ELD 0-5	ELD 5-6	-	-	-	-	-
4. Мобильная OK-ELH с гидромотором (2–140 кВт)	-	-	-	-	-	ELH 2-11	-
5. Бесшумная SC с электродвигателем, (2–20 кВт)	SC 0-4	-	SCA 0-4	SCAF 0-4	-	-	-

Примечание: значения в скобках – отводимая тепловая мощность.

жидкости до 160 л/мин в зависимости от типоразмера. Маслоохладители серии SC находят преимущественное применение в стационарных машинах, где требуется низкий уровень шума в сочетании с эффективным охлаждением и уровнем очистки рабочей жидкости от загрязнений, в том числе, грузоподъемных механизмах, машиностроительном оборудовании и системах СОЖ. Маслоохладители имеют 27 типоразмеров следующих конструктивных исполнений:

*SC* — в комплекте с вентилятором (привод от электродвигателя переменного тока мощностью от 0,18 до 0,75 кВт);

*SCA* — с вентилятором и насосом для прокачки масла (привод от электродвигателя переменного тока мощностью от 0,37 до 1,8 кВт);

*SCAF* — теплообменник типа *SCA*, снабженный дополнительно фильтром в линии нагнетания насоса.

Следует отметить динамику развития маслоохладителей фирмы *Hydac International*, например, в части изменения количества выпускаемых типоразмеров, что свидетельствует об оптимизации потребностей рынка на основе данных эксплуатационных наблюдений и заявок потребителей различных гидрофицированных машин. За последнее десятилетие маслоохладители серии *OK-EL Standart* стали выпускаться 53 типоразмеров вместо 38, серии *OK-ELD Mobil* из 16 вместо 12, а серия *OK-ELH Mobil* стала выпускаться в количестве 24 типоразмеров вместо 38.

На рисунке 3 построены графические характеристики маслоохладителей серии *OK-ELH2-5*, приводимые в каталогах фирмой *Hydac International*, в том числе, зависимость теплоотдачи  $P$  [кВт] и коэффициента эффективности  $P_{01}$  [кВт/°C] от расхода рабочей жидкости, пропускаемой через маслоохладитель при постоянном перепаде температур между рабочей жидкостью и окружающей средой (воздухом)  $\Delta T = 40^\circ\text{C}$ , и перепада давлений на маслоохладителе между входным и выходным отверстиями *A* и *B*, соответственно, при постоянном коэффициенте кинематической вязкости рабочей жидкости в 30 мм<sup>2</sup>/C (сСт). Для удобства пользования фирма приводит характеристики теплоотдачи для двух частот вращения гидромоторов в 1500 и 3000 мин<sup>-1</sup>. Для сравнительной оценки эффективности увеличения частоты вращения гидромотора для повышения теплоотдачи маслоохладителя на рисунке 4 показаны соответствующие зависимости, построенные по данным рисунка 3, а, которые свидетельствуют, что с ростом частоты вращения гидромотора в 2 раза теплоотдача маслоохладителей возрастает в 1,4—1,8 раз. При этом следует отметить, что рост теплоотдачи за счет увеличения частоты вращения гидромотора приводит к дополнительным потерям мощности на увеличение подаваемой рабочей жидкости к последнему. С допущением о постоянстве давления нагнетания на входе в гидромотор при его частоте вращения 1500 и 3000 мин<sup>-1</sup> следует ожидать повышение затрачиваемой мощности в два раза, т.е. до 16 кВт (таблица 2).

Таблиця 2—Технические характеристики воздушных маслоохладителей фирмы «HYDAC INTERNATIONAL»

Наименование параметра и размерность	Серия воздушного маслоохладителя:				
	OK-EL Standart	OK-ELC Compact	OK-ELD Mobil	OK-ELH Mobil	SC Silent
Рассеиваемая мощность, кВт	2—108	1—32	2—34	2—140	2—20
Отношение кВт/°С	0,85—2,6	0,1—0,76	0,08—0,86	0,15—3,5	0,07—0,5
Макс. расход рабочей жидкости, л/мин	120—330	50—320	40—180	180—350	60—160
Перепад давлений, МПа	0,02—0,3	0,01—0,32	0,01—0,25	0,1—0,28	0,01—0,25
Макс. температура рабочей жидкости, °С	80; 130	130	130	130	80; 130
Макс. давление рабочей жидкости МПа	0,6; 1,6	1,6	1,6	1,6	0,6; 1,6
Вязкость рабочей жидкости, сСт	130; 2000	2000	2000	2000	180; 2000
Кол. типоразмер	53 (38)	15	16 (12)	24 (38)	27
Уровень шума, дБ(А)	60—85	59—75	68—80	69—83	60—84
Мощность электродвигателя, кВт	0,04—3,0	0,035—2 x 230	0,05—0,6	2,6—16,5 (от гидромотора)	0,18—1,8
Напряжение, В	380В; 220В, АС	230В; 400В, АС	12; 24 DC	-	380В; 220В, АС
Насос прокачки, см <sup>3</sup>	28; 40	-	-	-	10; 28; 40
Гидромотор, см <sup>3</sup>	-	-	-	6,3; 14; 22	-
Масса, кг	7—224	3,2—45	2,7—36,6	11—155	14—69

Фирма *Hydac International* приводит рекомендации по расчету выделяемой тепловой мощности в гидроприводе и подбору маслоохладителя соответствующего типоразмера (модели).

Для расчета выделяемой тепловой мощности предлагается упрощенный метод путем определения потерь пропорционально приводной мощности объемного гидропривода: 15—20% при машинном и до 30% при

дроссельном управлении расходом рабочей жидкости [1]

$$\Delta P_{\text{маш}} = (0,15 \dots 0,2) \cdot P_{\text{пр}}, \text{ кВт}; \Delta P_{\text{др}} = 0,3 \cdot P_{\text{пр}}, \text{ кВт}, (1)$$

где  $\Delta P_{\text{маш}}$  и  $\Delta P_{\text{др}}$  — потери мощности при машинном и дроссельном способах управления объемного гидропривода, соответственно, кВт,  $P_{\text{пр}}$  — приводная мощность объемного гидропривода, кВт, можно также

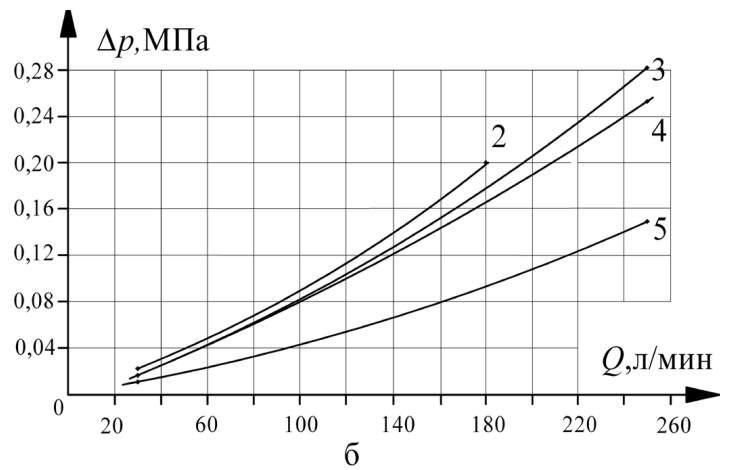
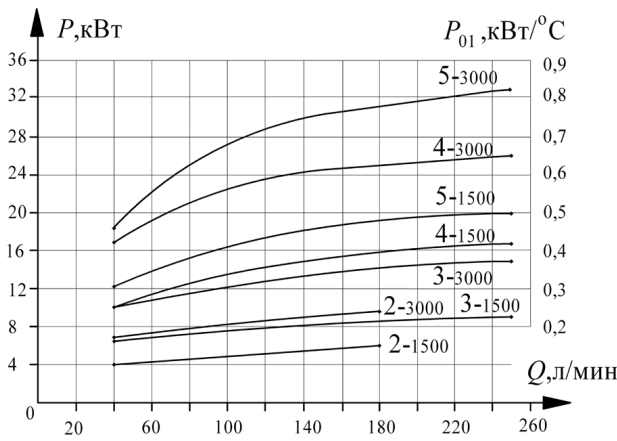


Рисунок 3 — Зависимость теплоотдачи  $P$  и коэффициента эффективности  $P_{01}$  маслоохладителей фирмы Hydac International от расхода рабочей жидкости, пропускаемой через маслоохладитель при постоянном перепаде температур между рабочей жидкостью и воздухом  $\Delta T = 40^\circ C$  (а) и перепада давлений между входом и выходом (отверстия А и В, соответственно) от расхода рабочей жидкости (б). Цифры 2-5 обозначают модели маслоохладителей ОК-ELH2-5, а цифры через тире — частоту вращения гидромотора привода вентилятора

воспользоваться способом расчета потерь по увеличению температуры на конкретном гидроприводе

$$P_v = \frac{\Delta T \cdot C_{oil} \cdot \rho_{oil} \cdot V}{t \cdot 60}, \text{ кВт}, \quad (2)$$

где  $\Delta T$  — повышение температуры ( $^\circ C$ ) за время работы  $t$  (мин),  $C_{oil}$  — удельная теплоемкость рабочей жидкости, которая для минерального масла составляет  $1,88 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ C)$  или  $(\text{кВт} \cdot \text{с})/(\text{кг} \cdot ^\circ C)$ ,  $\rho_{oil}$  — плотность рабочей жидкости (например,  $0,915 \text{ кг}/\text{л}$  для минерального масла),  $V$  — объем рабочей жидкости в гидробаке, л.

Выбор теплообменника производится по формуле

$$P_{01} = 1,1 \frac{P_v}{T_1 - T_3}, \text{ кВт}/^\circ C, \quad (3)$$

где  $P_{01}$  — коэффициент эффективности теплообменника (количество рассеиваемой мощности, отнесенное к одному градусу),  $\text{кВт}/^\circ C$ ,  $T_1$  и  $T_3$  — требуемая (рекомендуемая) по условиям эксплуатации гидропривода температура рабочей жидкости и температура окружающего воздуха, соответственно,  $^\circ C$ , 1,1 — коэффициент запаса, учитывающий загрязненность теплообменника при эксплуатации.

По значению потерь подбирают требуемый по рассеиваемой мощности охладитель (рисунок 3, а) и определяют расход рабочей жидкости, который необходимо прокачивать через охладитель и создаваемый при этом на нем перепад давлений (рисунок 3, б). Так как охладители имеют ограничения по давлению на входе в 0,6 и 1,6 МПа (в зависимости от модели), то необходимо подобрать трубопровод на выходе из охладителя соответствующего сечения. При этом давление на входе в охладитель определяют по формуле

$$P_{вх} = \Delta p_{охл} + \Delta p_{тр} < [p_{вх}], \text{ МПа}, \quad (4)$$

где  $\Delta p_{охл}$  — перепад давлений между входом А и выходом В, МПа,  $\Delta p_{тр}$  — потери давления по длине трубопровода на выходе из охладителя, которые определяют по формуле [1]

$$\Delta p_{тр} = 0,584 \cdot \frac{L}{d^4} \cdot Q \cdot \nu_{вязк}, \text{ МПа}, \quad (5)$$

где  $L$  — длина трубопровода, м,  $d$  — внутренний диаметр трубопровода, мм,  $Q$  — расход рабочей жидкости, л/мин,  $\nu_{вязк}$  — коэффициент кинематической вязкости рабочей жидкости,  $\text{сСт}$ ,  $[p_{вх}]$  — допустимое давление на входе в охладитель (максимальное значение по технической характеристике), МПа.

В связи с тем, что характеристики перепада давлений охладителей даны фирмой при кинематической вязкости

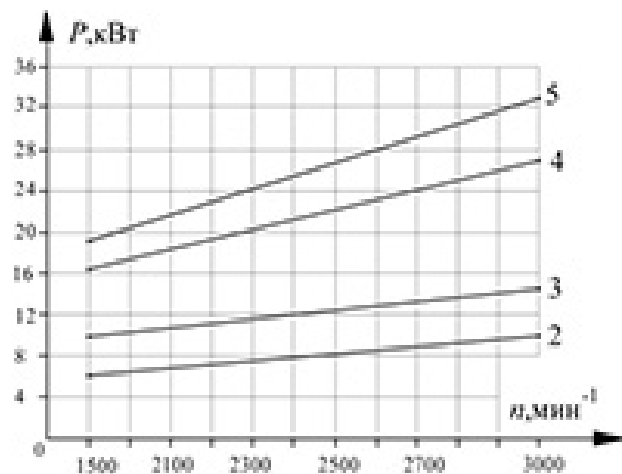


Рисунок 4 — Зависимость теплоотдачи маслоохладителей ОК-ELH2-5 от частоты вращения гидромотора, приводящего вентилятор обдува

Таблиця 3 — Коэффициент  $K$  для определения перепада давлений при вязкости рабочей жидкости (минерального масла), отличной от  $30 \text{ мм}^2/\text{с}$  ( $\text{сСт}$ )

Вязкость рабочей жидкости, $\text{мм}^2/\text{с}$ ( $\text{сСт}$ )	10	15	22	32	46	68	100	150
Коэффициент, $K$	0,5	0,65	0,77	1,0	1,3	1,9	2,8	5,3

рабочей жидкости  $30 \text{ сСт}$ , то при отличающейся вязкости вводят соответствующий коэффициент (таблица 3)

$$\Delta p_{\text{охл},v_i} = \Delta p_{\text{охл},v=30} \cdot K, \text{ МПа}, \quad (6)$$

где  $\Delta p_{\text{охл},v=30}$  и  $\Delta p_{\text{охл},v_i}$  — перепад давлений на охладителе при вязкости  $30 \text{ сСт}$  и отличном от  $30 \text{ сСт}$  значении, соответственно.

Следует отметить, что при повышении вязкости рабочей жидкости от  $32$  до  $150 \text{ сСт}$  (в  $4,7$  раза) перепад давлений возрастает в  $5,3$  раза, а при снижении вязкости от  $32$  до  $10 \text{ сСт}$  (в  $3,2$  раза) перепад давлений уменьшается в  $2$  раза.

## Выводы

Фирма *Hydac International* обладает широким ассортиментом средств кондиционирования рабочей жидкости и обеспечивает потребителя высоким уровнем информационной поддержки в вопросах расчета потерь мощности в гидроприводе и подбора маслоохладителя.

Основные технические преимущества маслоохладителей фирмы *Hydac International* заключаются в рассеивании мощности до  $140 \text{ кВт}$ , высокой пропускной способности, наличию исполнений с низким уровнем шума.

Маслоохладители фирмы *Hydac International* имеют исключительно высокие потребительские свойства благодаря своей уникальной агрегатированности, а именно, наличию встроенных устройств: электродвигателя или гидромотора привода вентилятора, насоса прокачки рабочей жидкости, фильтра основного контура (масла гидросистемы), аппаратуры автоматики (индикаторы загрязненности фильтроэлементов, перепускные клапаны, термочувствительный клапан и др. устройства).

## Литература

1. HYDAC. Products. <http://www.hydac.com/de-en/products/heat-exchangers-coolers/air-cooler/low-noise-series-ac-ln.html> — Назва з екрана.

Надійшла 20.01.2016 року

УДК 621.22

## Маслоповітряні охолоджувачі фірми Hydac International для об'ємних гідроприводів

Г.А. Аврунін, І.Г. Пимонов,  
І.І. Мороз, К.О. Суркова

Проведений аналіз свідчить, що маслоохолоджувачі забезпечують відведення тепла до  $140 \text{ кВт}$  і мають широку номенклатуру пристроїв, що служать для зручності споживача при виборі типу двигуна, що приводить вентилятор електродвигуна або гідромотора, комплектуються фільтрами з індикаторами забрудненості, регулятором витрати робочої рідини і пристроями захисту від перевантажень. Фірма рекомендує методику розрахунку втрат потужності у гідроприводі з дросельним і машинним видами управління і наводить графічні залежності, що дозволяють обрати необхідний за кількістю тепла, що відводиться, маслоохолоджувач і визначити витрату прокачуваної робочої рідини та створюваний при цьому перепад тисків на охолоджувачі. Маслоповітряні охолоджувачі фірми *Hydac International* можуть знайти широке застосування при проектуванні об'ємних гідроприводів для мобільних машин.

*Ключові слова:* об'ємний гідропривод, маслоохолоджувач, робоча рідина, втрати потужності

UDC 621.22

## Oil-air cooling systems of firm Hydac International for hydraulic fluid power

G.A. Avrunin, I.G. Pimonov,  
I.I. Moroz, E.A. Surkova

The analysis is shown that oil-air provide taking of heat to  $140 \text{ kW}$  and possess the wide nomenclature of devices servings for comfort of consumer at the selection of bringing a ventilator over engine electric motor or hydraulic motor, are completed filters with the indicators of contamination, regulator of expense of working liquid and suppressors. Firm recommends methodology of calculation of losses of power in by hydraulic fluid power with restrictor valve and machine the types of management and brings graphic dependences over, allowing to choose necessary on the amount of the taken heat air-oil and to define the expense of working liquid and pressure drop on air-oil. Oil-air the coolers of firm *Hydac International* can find a wideuse at planning of new by hydraulic fluid power for mobile machines.

*Keywords:* hydraulic fluid power, air-oil, working liquid, losses of power.