

Funcionamento em alívio

Se o consumo de ar for inferior a descarga de ar do compressor, a pressão da rede aumenta. Quando a pressão da rede atinge o limite superior da pressão de trabalho (pressão de descarga), a válvula solenóide (5) é desativada pelo regulador Elektronikon (1). O êmbolo da válvula solenóide (5) desloca-se no sentido descendente por ação da mola:

Fase Descrição

- 1 O êmbolo da válvula solenóide (5) corta o fornecimento da pressão do reservatório em direção à câmara (2).
- 2 A pressão de controle existente na câmara (2) é liberada para a atmosfera. O êmbolo (3) da válvula de descarga (4) é movimentado pela pressão no reservatório de ar, permitindo a passagem de pressão do reservatório de ar para a câmara (6).
- 3 A válvula (7) é empurrada para cima, fechando a admissão de ar.
- 4 Um pequeno fluxo de ar continua a ser captado através do canal (8), sendo expelido do reservatório através do canal (10) para a admissão de ar.
- 5 O débito de ar é parado (0%) e o compressor funciona em alívio, enquanto a câmara (6) mantém uma sobrepressão constante (pressão de descarga do reservatório menos a queda de pressão da Válvula de Descarga (4)).

Funcionamento em carga

Quando a pressão da rede diminui para o limite inferior da pressão de trabalho (pressão de carga), a válvula solenóide (5) é ativada. O êmbolo da válvula solenóide (5) desloca-se no sentido ascendente por ação da mola:

Fase Descrição

- 1 O êmbolo da válvula solenóide (5) abre o fornecimento da pressão do reservatório em direção à câmara (2). O êmbolo (3) da válvula de descarga (4) movimenta-se, fechando a passagem de pressão de ar para a câmara (6).
- 2 A válvula (7) movimenta-se para baixo, uma vez que a pressão na câmara (6) cai abaixo da pressão atmosférica, abrindo a admissão de ar para o elemento compressor.
- 3 O débito de ar é retomado (100%) e o compressor funciona com carga, enquanto o conjunto pistão-barraválvula fica apenas rodeado de pressão atmosférica.

2.5 Sistema de recuperação de energia

Descrição geral

A energia necessária para cada processo de compressão é transformada principalmente em calor. A maior parte do calor da compressão é dissipada através do sistema de óleo. Os sistemas de recuperação de energia da Atlas Copco são concebidos para recuperar a maior parte do calor atrás referido sob forma de água tépida ou quente sem qualquer influência no desempenho do compressor.

Após o estágio de compressão, o óleo é separado do ar comprimido. O ar comprimido passa para o resfriador final e o óleo passa para o resfriador de óleo. A energia no óleo pode ser recuperada através da instalação de um trocador de calor à frente do resfriador de óleo.

Os sistemas de recuperação de energia podem ser aplicados em sistemas com pequeno aumento de temperatura / grande fluxo de água (por exemplo, aquecimento central em circuitos de água fechados) ou sistemas com grande aumento de temperatura / baixo fluxo de água (por exemplo, pré-aquecimento de água de alimentação de caldeiras em circuitos de água abertos).

Componentes principais

O sistema é composto principalmente por:

- Trocador de calor (HE) de óleo/água
- Válvula de recuperação de energia (Y152)
- Válvula by-pass do óleo (Y151)
- Sensores de temperatura para a entrada e a saída da água
- Tubulações, suportes, parafusos, etc., necessários

Instalação

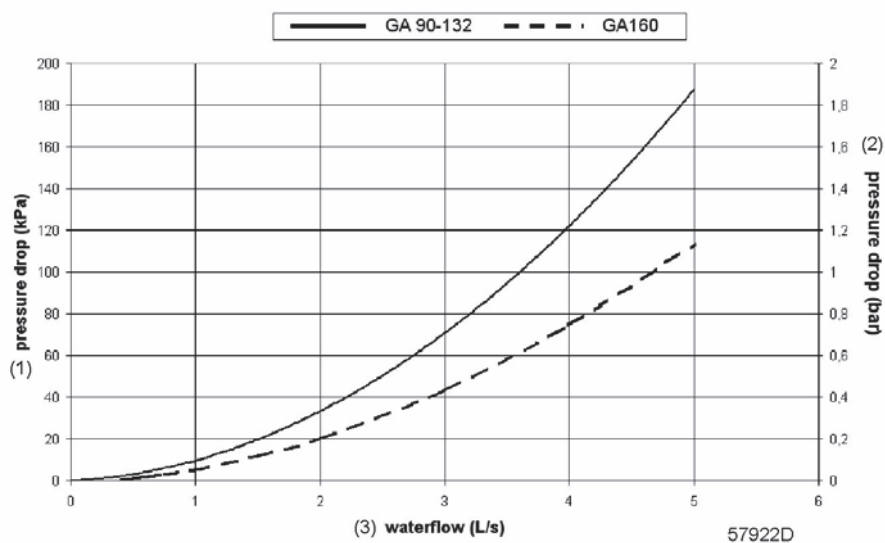
O pacote inclui:

- um sistema by-pass geral para desligar o sistema de recuperação de energia
- um sistema by-pass para impedir que a temperatura de saída do óleo atinja um valor inferior ao valor mínimo.

Quando o sistema de recuperação de energia está funcionando, este sistema by-pass faz com que o óleo passe através do trocador de calor de recuperação de energia e não pelo resfriador de óleo normal.

Sistema de recuperação de energia

Queda de pressão, lado da água



Texto da figura

- (1) Queda de pressão (kPa)
- (2) Queda de pressão (bar)
- (3) Fluxo de água (l/s)

Para GA 90-132:

- $pd = 6,96 F^2 + 2,71 F$

Para GA 160:

- $pd = 4,23 F^2 + 1,62 F$

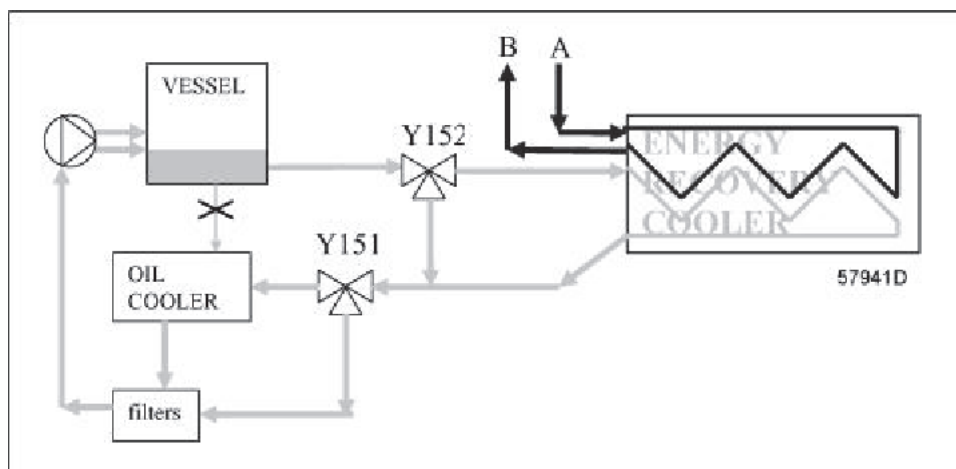
Com:

- pd = queda de pressão, em kPa
- F = fluxo de água, em l/s



As quedas de pressão calculadas através das fórmulas acima são indicativas.

Fluxo

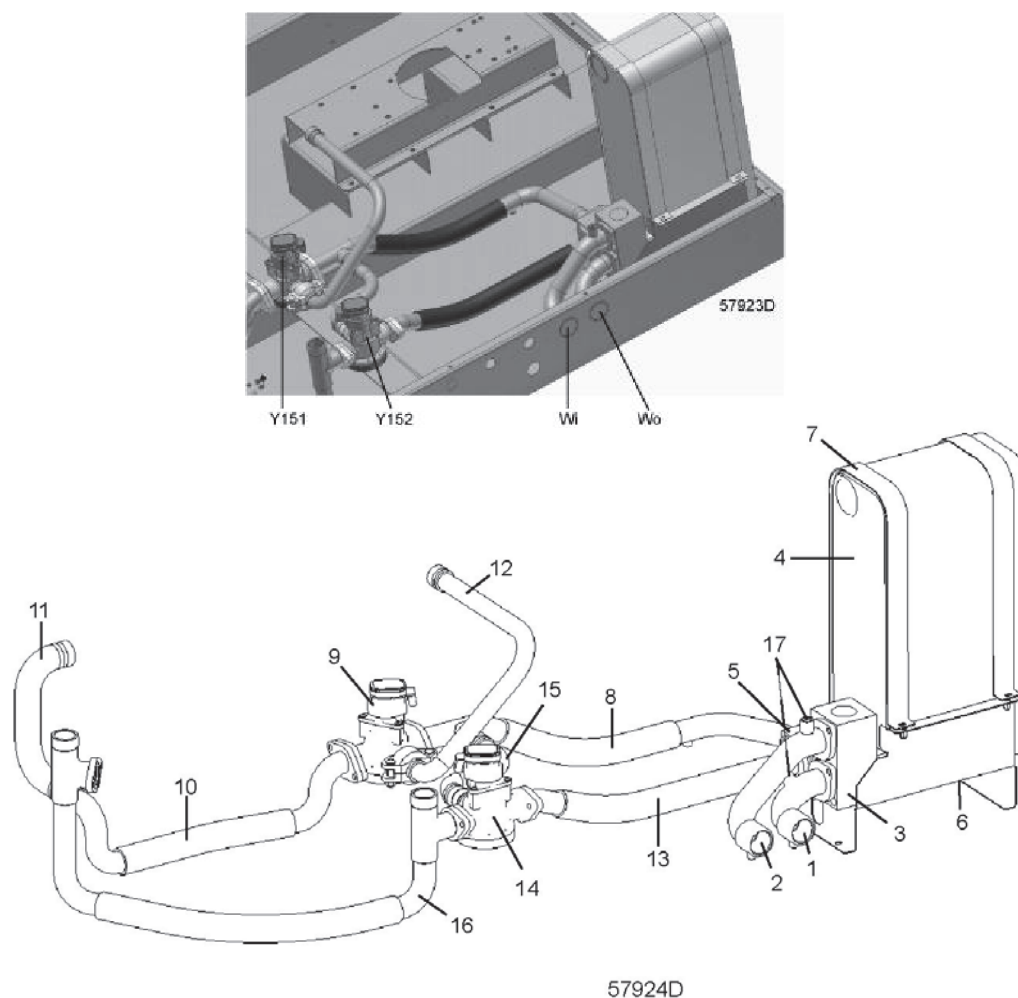


Fluxograma

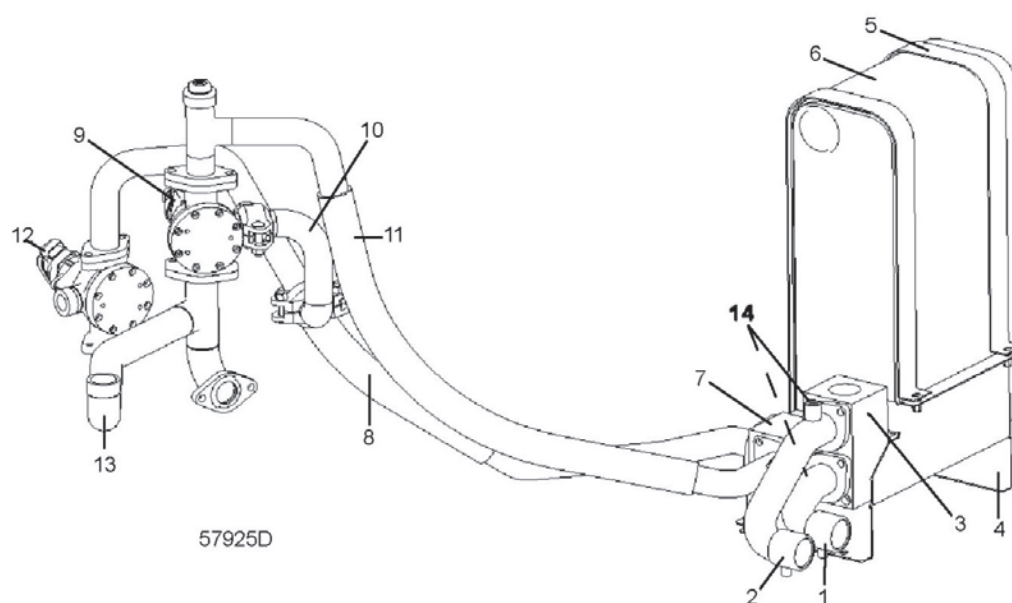
A água de recuperação entra na unidade pela ligação de entrada do trocador de calor (Wi). No trocador de calor, o calor de compressão é transferido do compressor para a água. A água sai do trocador de calor através da ligação de saída (Wo).

Instalação

O chassi do compressor está preparado para o sistema de recuperação de energia. Antes de montar a instalação, deve-se cortar os dois orifícios preparados a laser.



Compressores resfriados a ar



Compressores resfriados a água

Funcionamento

O fluxo de óleo do compressor é controlado por duas válvulas by-pass (Y152 e Y151), que garantem o funcionamento confiável do compressor e uma recuperação máxima de energia.

Energia recuperável

Os gráficos da seção Dados principais, que se encontra a seguir, representam o desempenho de cada variante de potência do GA90-160⁺ à pressão de trabalho de referência. As curvas representam os limites da área de recuperação de energia e foram obtidas com a temperatura de saída do elemento indicada no gráfico. Todos os pontos abaixo da curva com Tc=85 °C são possíveis pontos de funcionamento em que a energia recuperada é maximizada para temperaturas de saída do elemento mais baixas.

A fórmula para calcular a quantidade de energia recuperada é:

$$Q \text{ (kW)} = 4,2 \times q \text{ (l/s)} \times dT \text{ (°C)}$$

com

- q = fluxo de água, em l/s
- dT = diferença de temperatura da água à entrada e à saída

Para um compressor VSD, ao trabalhar a velocidades do motor reduzidas, a energia recuperada será menor, porque a dT possível de alcançar é menor. Isto pode ser calculado utilizando o gráfico para a velocidade máxima (consultar “curvas de desempenho”), recalculando depois a dT :

$$dT_v = dT_x (RPM_v / RPM_{max})$$

dT_v = o menor aumento de temperatura que pode ser alcançado a velocidades do motor reduzidas

RPM_v = velocidade do motor reduzida

RPM_{max} = a velocidade máxima do motor que pode ser alcançada pelo GA VSD

Parâmetros

O compressor nunca deve funcionar no “modo de ponto de orvalho mais baixo”. (Consultar a seção Modificação de parâmetros do motor do ventilador) O parâmetro de temperatura do reservatório deve ser definido por um técnico de assistência da Atlas Copco.

Regulagem

A temperatura de saída do elemento tem de ser sempre superior à temperatura de condensação. (Consultar a seção Partida) O software do regulador Elektronikon dos compressores GA90-160⁺ impede que a temperatura de saída do elemento compressor seja inferior à temperatura de condensação. A válvula eletrônica (Y152) será utilizada para ligar e desligar o sistema de recuperação de energia e para regular a recuperação de energia. A válvula eletrônica (Y151) é utilizada para regular o fluxo de óleo através dos trocadores de calor e, conseqüentemente, a temperatura de saída do elemento compressor. A regulagem terá como objetivo atingir uma temperatura de saída do elemento de 90 °C / 194 °F.

Estado de partida

Compressor parado, 0% de recuperação de energia, o óleo passa através do resfriador de óleo normal.

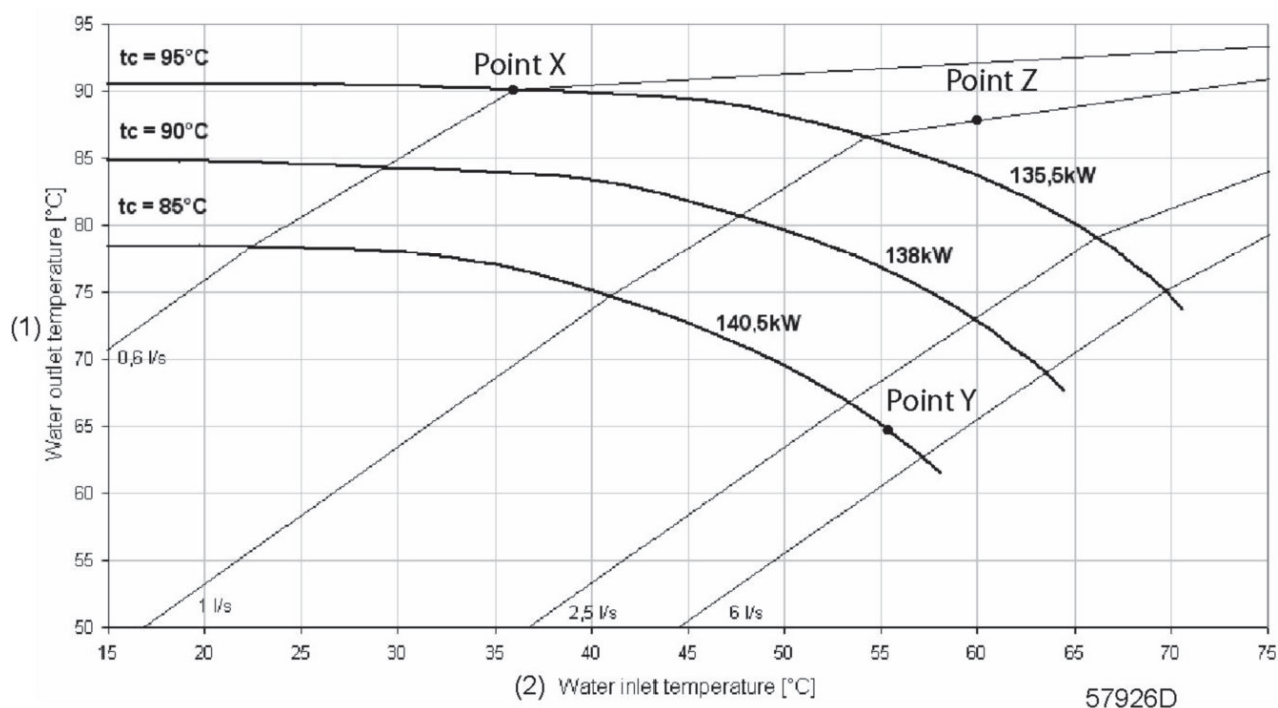
Funcionamento em alívio

Sem recuperação de energia, o óleo passa através do arrefecedor de óleo normal e é regulado pelo regulador PI.

Funcionamento em carga

- Cargas do compressor, a refrigeração não sofre alterações.
- A refrigeração estabiliza através de um resfriador de óleo normal com regulagem PI, sem recuperação de energia
- A válvula eletrônica (Y152) começa a abrir, a recuperação de energia tem início. O fluxo que passa através do resfriador de óleo é regulado pelo regulador PI.
- Dependendo das necessidades de refrigeração:
- É necessária uma menor refrigeração: o fluxo que passa através do resfriador de recuperação de energia é regulado pelo regulador PI, o fluxo que passa através do resfriador de óleo é mínimo
- É necessária uma maior refrigeração: o fluxo que passa através do resfriador de recuperação de energia é máximo, o fluxo que passa através do resfriador de óleo é regulado pelo regulador PI

Exemplos de cálculos



Exemplo do ponto X

Grande aumento de temperatura, baixa aplicação do fluxo de água, por exemplo, pré-aquecimento da água de alimentação de uma caldeira num circuito aberto:

- Unidade do compressor: GA160-50 Hz
- Pressão de trabalho: 14 bar / 200 psi
- Fluxo de água: 0,6 l/s / 1,27 cfm
- Temperatura de entrada da água: 36 °C / 97 °F
- Temperatura de saída da água: 90 °C / 194 °F

A fórmula para calcular a quantidade de energia recuperada resulta em (2):

- $4,2 \times 0,6 \times (90 - 36) = 136 \text{ kW}$ (± como indicado na curva)

A temperatura de saída para um fluxo de água de 0,6 l/s pode ser calculada inversamente a partir da fórmula (2):

- $T_{saída} = 36 + (136 / (4,2 \times 0,6)) = 90^\circ\text{C}$

A queda total de pressão no lado da água é (1):

- $pd = (4,23 \times 0,62) + (1,62 \times 0,6) = 2,5 \text{ kPa} = 25 \text{ mbar}$

Exemplo do ponto Y

Pequeno aumento de temperatura, elevada aplicação do fluxo de água, por exemplo, aquecimento central num circuito fechado:

- Unidade do compressor: GA160-50 Hz
- Pressão de trabalho: 14 bar / 200 psi
- Fluxo de água: 4 l/s / 0,87 cfm
- Temperatura de entrada da água: 55,8 °C / 132,4 °F
- Temperatura de saída da água: 64,2 °C / 147,6 °F

A fórmula para calcular a quantidade de energia recuperada resulta em (2):

- $4,2 \times 4 \times (64,2 - 55,8) = 141 \text{ kW}$ ($\pm$ como indicado na curva de 85 °C)

As temperaturas de saída para um fluxo de água de 6 l/s podem ser calculadas inversamente a partir da fórmula (2):

- $T_{\text{saída}} = 55,8 + (141 / (4,2 \times 4)) = 64,2 \text{ °C}$

A queda total de pressão no lado da água é (1):

- $p_d = (4,23 \times 42) + (1,62 \times 4) = 74 \text{ kPa} = 0,74 \text{ mbar}$

Exemplo do ponto Y para um GA VSD a trabalhar a 1500 rpm, quando as rpm máx. são 3000:

$$dT = 90 - 36 = 54 \text{ °C}$$

$$RPM_v = 1500$$

$$RPM_{\text{max}} = 3000$$

$$dT_v = 54 \times (1500 / 3000) = 27 \text{ °C}$$

$$Q = 4,2 \times 0,6 \times 27 = 68 \text{ kW}$$

Exemplo do ponto Z

- Unidade do compressor: GA 160-50 Hz
- Pressão de trabalho: 14 bar / 200 psi
- Fluxo de água: 1 l/s / 2,12 cfm
- Temperatura de entrada da água: 60 °C / 140 °F
- Temperatura de saída da água: 87,8 °C / 190 °F

A fórmula para calcular a quantidade de energia recuperada resulta em (2):

- $4,2 \times 1 \times (87,8 - 60) = 117 \text{ kW}$

As temperaturas de saída para um fluxo de água de 1 l/s podem ser calculadas inversamente a partir da fórmula (2):

- $T_{\text{saída}} = 60 + (117 / (4,2 \times 1)) = 87,8 \text{ °C}$

A queda total de pressão no lado da água é (1):

- $p_d = (4,23 \times 12) + (1,62 \times 1) = 5,85 \text{ kPa} = 58,5 \text{ mbar}$

Isto prova que é possível trabalhar a temperaturas mais elevadas, mas com menor capacidade de aquecimento.

A temperatura do reservatório também pode ser definida para 100 °C. A instalação pode trabalhar numa curva mais alta, para obter uma temperatura de saída da água mais elevada. Esta definição deve ser feita por um técnico de assistência da Atlas Copco.

Precauções de segurança adicionais

- As peças apenas deve ser levantadas com a ajuda de equipamento adequado e de acordo com os regulamentos de segurança aplicáveis. Peças soltas ou articuladas deverão ser apertadas de forma segura, antes de se proceder ao levantamento da máquina.
- Usar capacete de proteção ao trabalhar na área de equipamentos suspensos ou de elevação.
- Proteger as mãos para evitar ferimentos provocados por peças quentes da máquina, por exemplo durante a drenagem do óleo.
- Tampas de proteção, sacos, etc. devem ser removidos antes de se ligar os tubos.
- As mangueiras de água deverão ser do tamanho correto e adequadas para a pressão de trabalho.
- As ligações de água não devem estar sujeitas a tensões.
- A tubulação e outras peças com uma temperatura superior a 80 °C (176 °F) devem ser protegidas ou isoladas. Outras

tubulações com temperaturas elevadas têm de ser bem assinaladas.

- O sistema de água instalado fora da máquina tem de ser protegido por um dispositivo de segurança com uma pressão definida de acordo com a pressão máxima de entrada de água de refrigeração.
- Todo e qualquer trabalho de manutenção deve ser efetuado apenas quando a máquina tiver arrefecido.
- Não soldar ou efetuar qualquer operação que envolva calor perto do sistema de óleo.

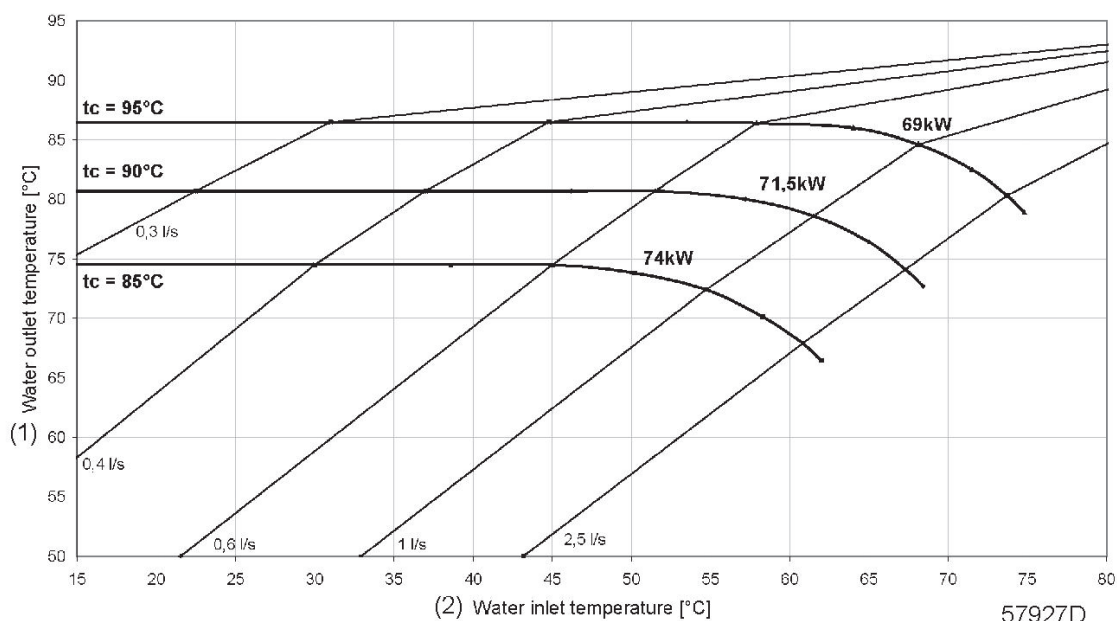
Dados principais

Curvas de desempenho



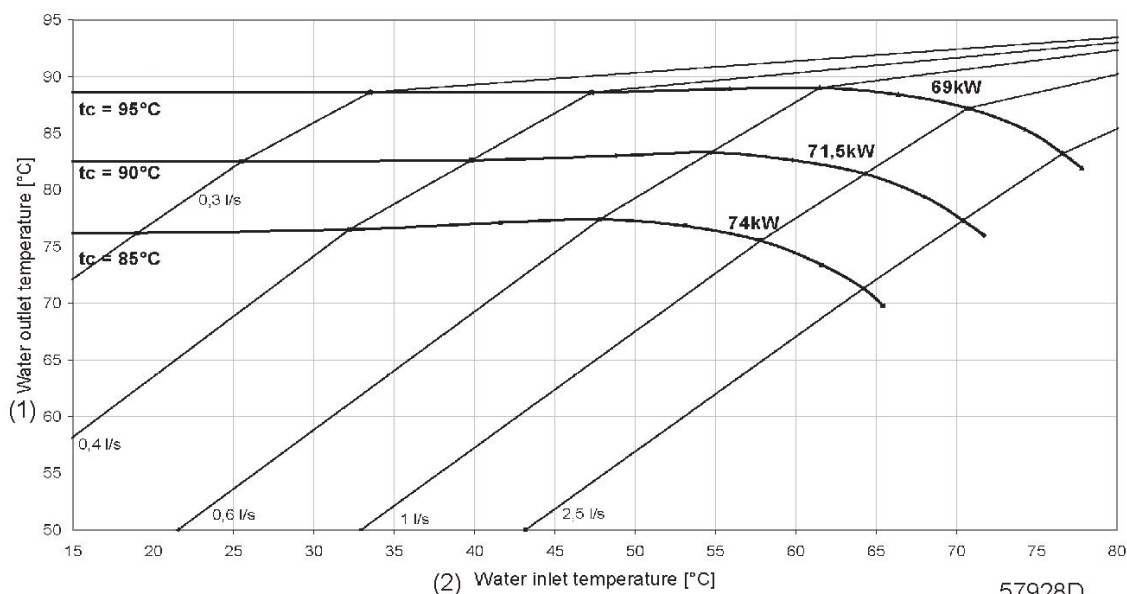
As curvas apresentadas mostram apenas valores indicativos. É possível haver alguma variação, dependendo das circunstâncias. O aperfeiçoamento da instalação deve ser feito no local, por um técnico de assistência da Atlas Copco.

GA90+ - 5.5 & 10 @ 5bar & 9.5bar working pressure (3)



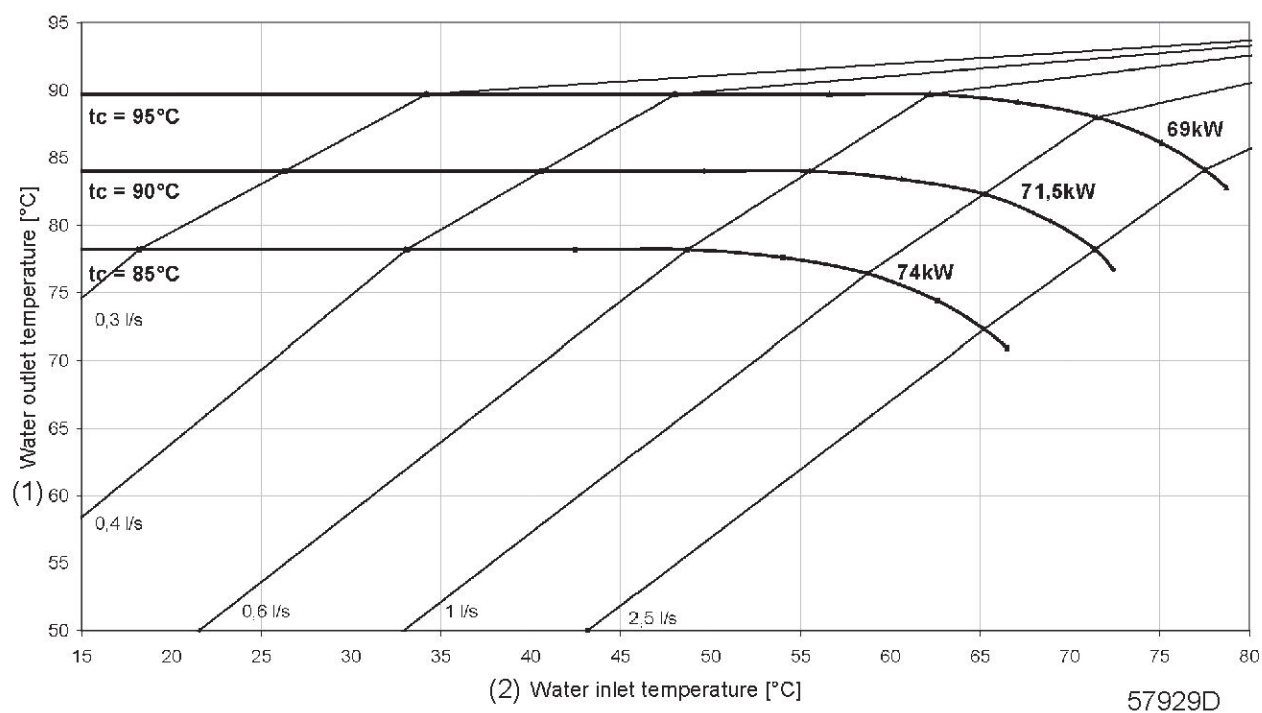
57927D

GA90 - 7.5 & 8.5 @ 7bar & 8bar working pressure (3)

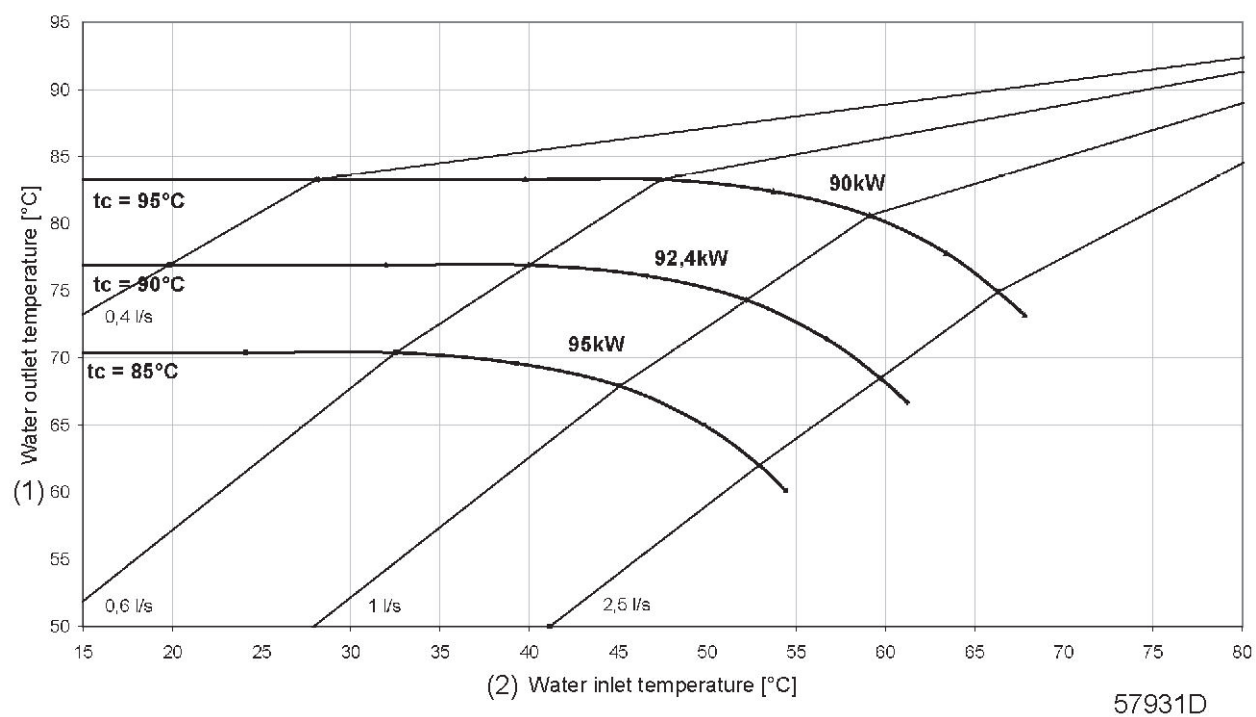


57928D

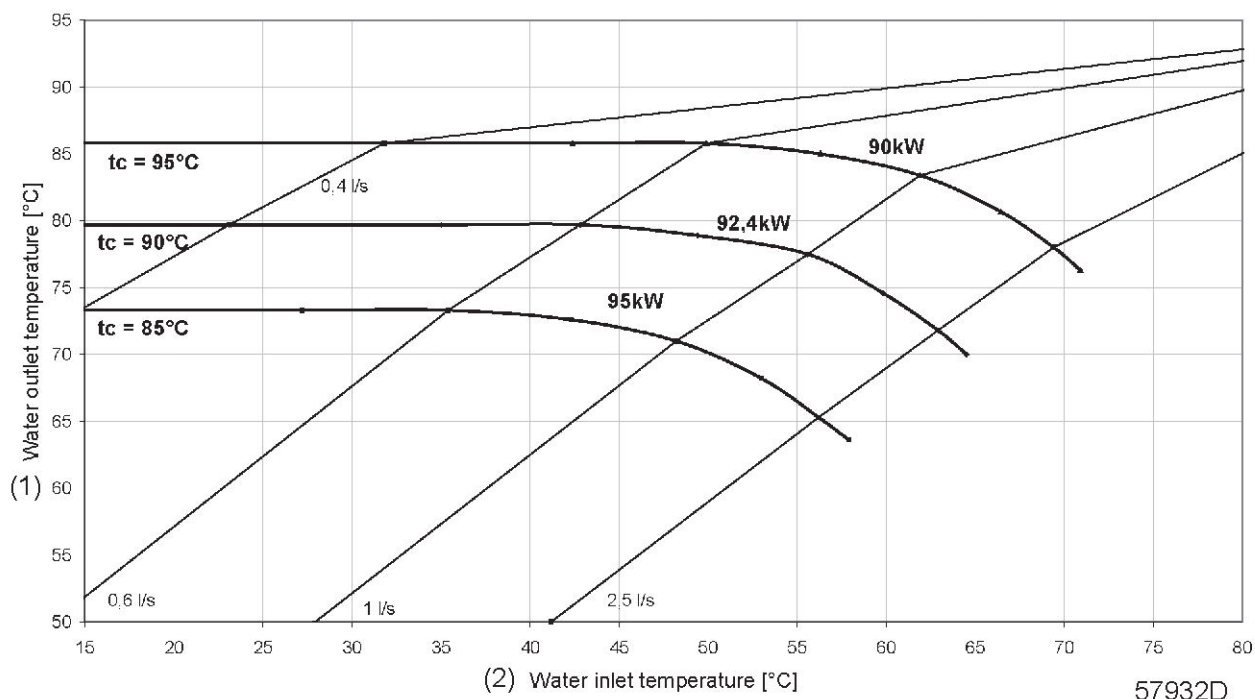
GA90+ - 14 @ 13.5bar working pressure (3)



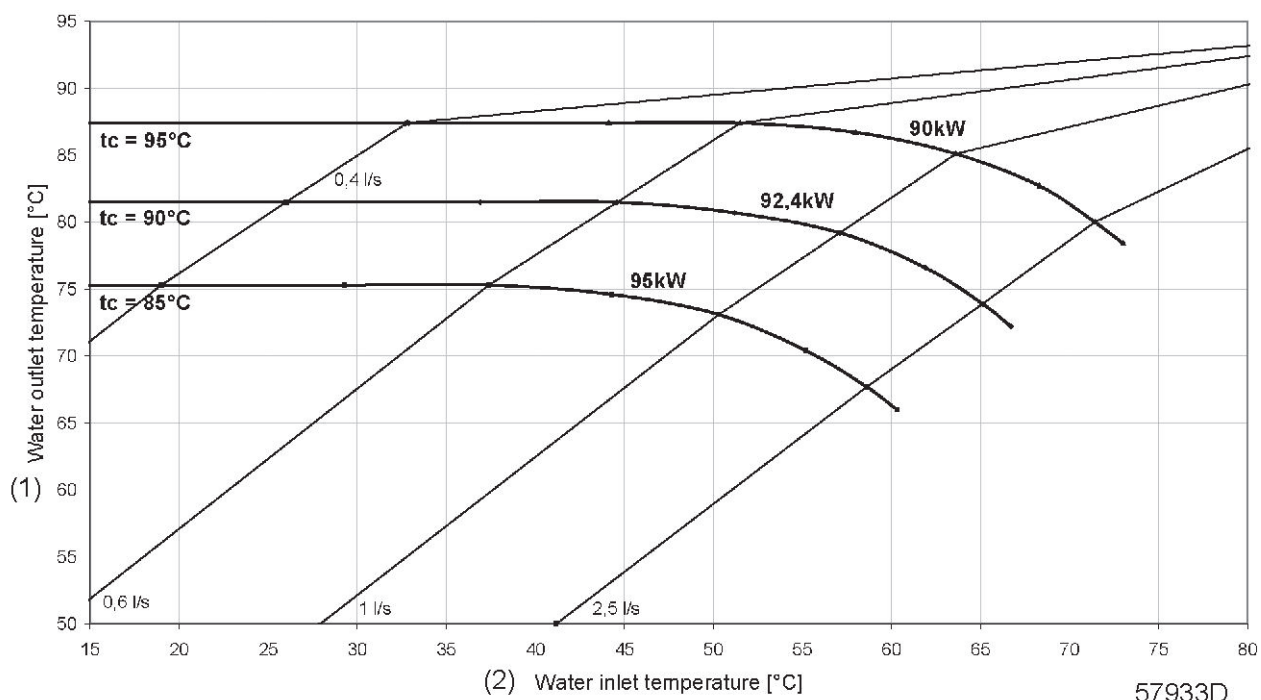
GA110+ - 5.5 @ 9.5bar & 5bar working pressure (3)



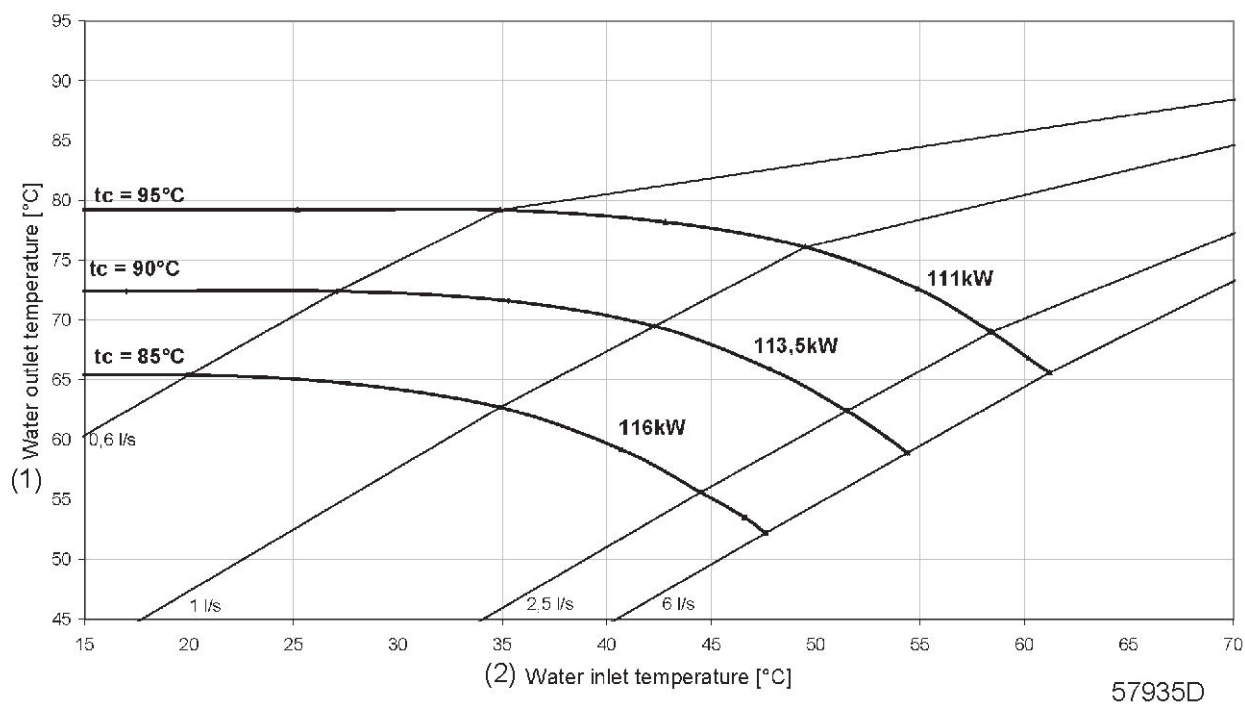
GA110+ - 7.5 & 8.5 @ 7bar & 8bar working pressure (3)



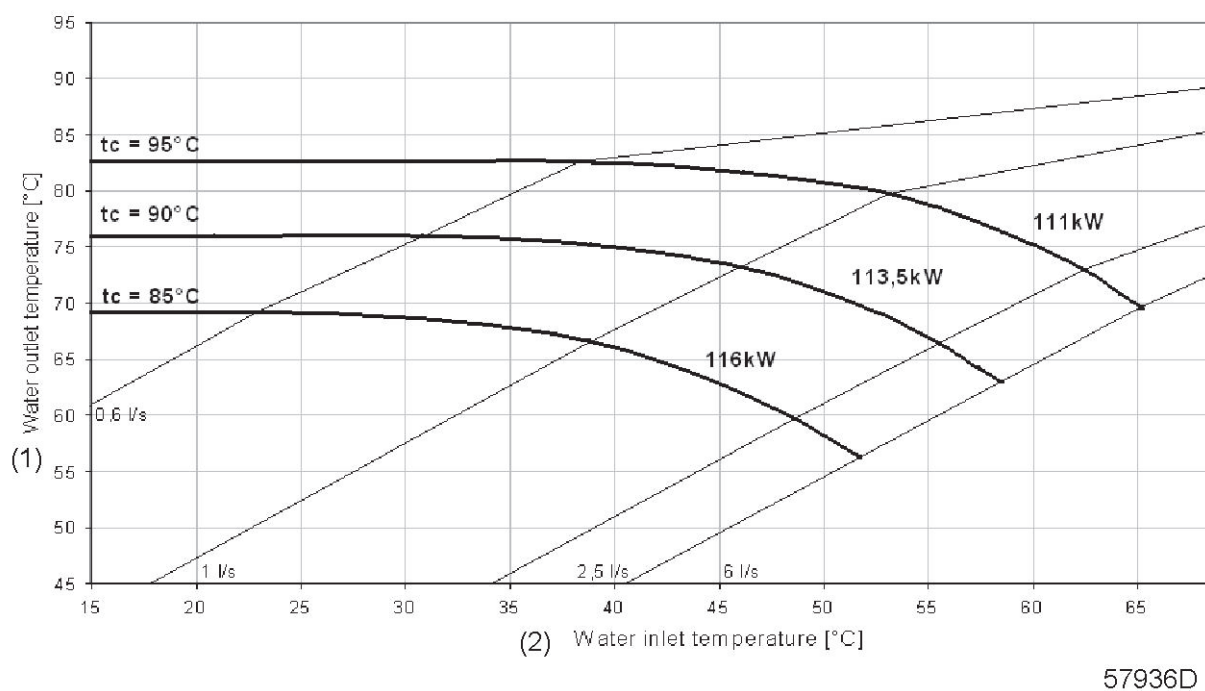
GA110+ - 10 & 14 @ 9.5bar & 13.5bar working pressure (3)



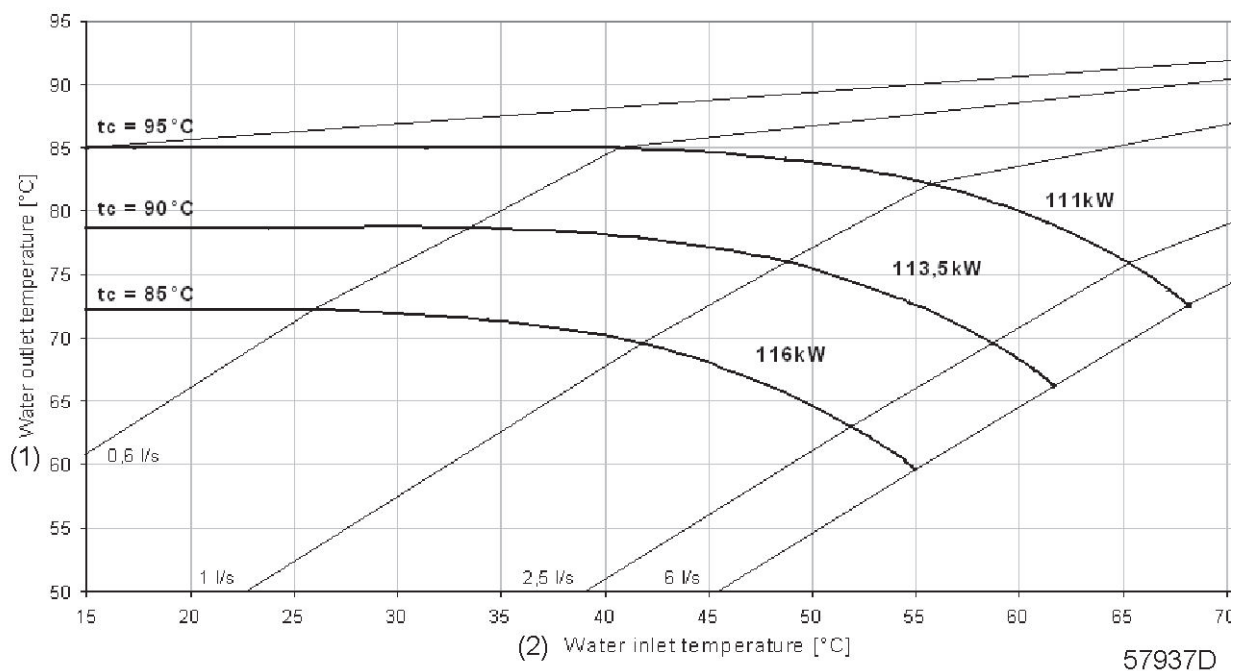
GA132+ - 5.5 @ 9.5bar & 5bar working pressure (3)



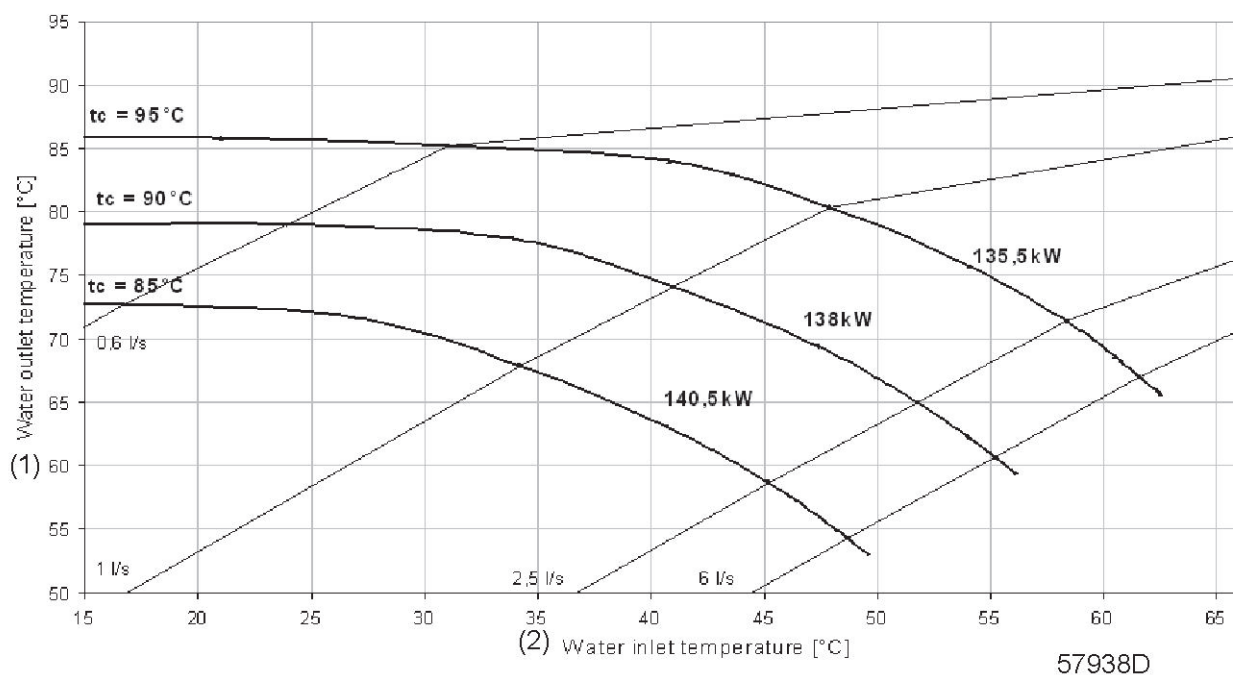
GA132+ 7.5; 8.5 & GA132VSD 8.5 @ 7bar & 8bar working pressure (3)



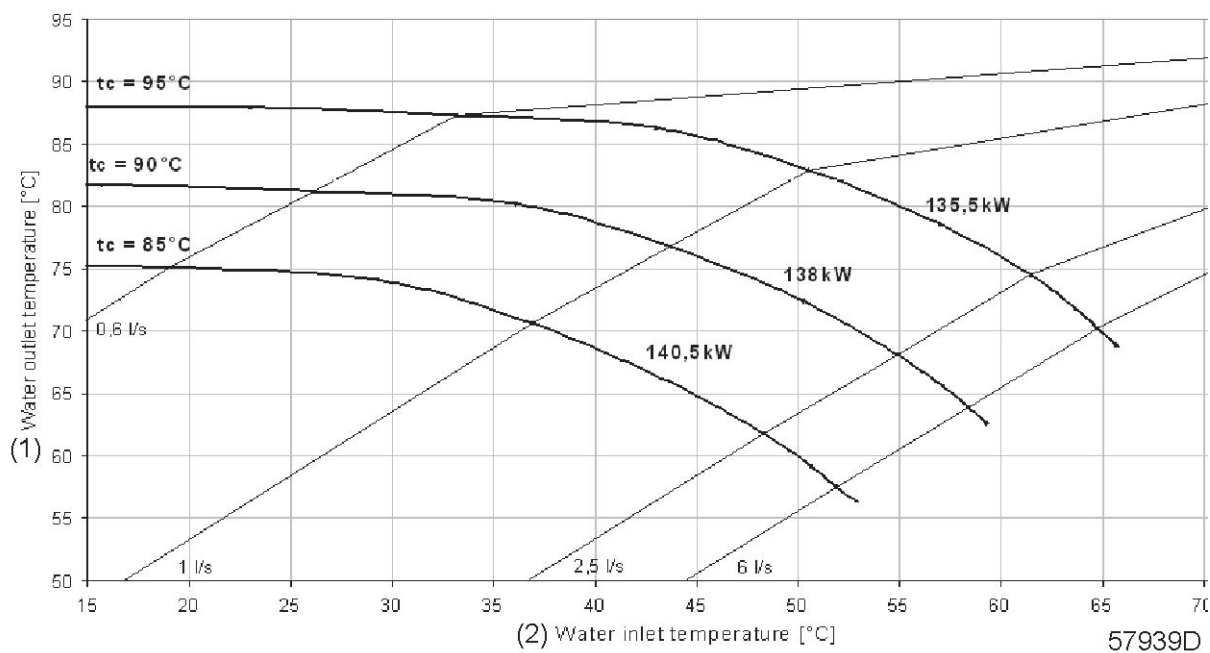
GA132+ 10; 14 & GA132VSD 10; 14 @ 9.5bar & 13.5bar working pressure (3)



GA160VSD 8.5 @ 7bar & 8bar working pressure (3)



GA160+ 10 & GA160VSD 10 @ 9.5bar working pressure (3)



GA160+ 14 & GA160VSD 14 @ 13.5bar working pressure (3)

