



Aspekte für OEMs: Umlaufkühler für Industrielaser

Laird Thermal Systems Applikationshinweis

Einleitung

Einführung	3
Die Anwendung im Überblick.....	3
Herausforderung für die Anwendung.....	4
Kühltechnologien im Vergleich	4
Lösung von Laird Thermal Systems	5
Fazit.....	7
About Laird Thermal Systems	8
Contact Laird Thermal Systems	8

Einleitung

Industrielaser werden für eine Vielzahl von an Anwendungen wie Schneiden, Schweißen, Mikrobearbeitung, additive-Fertigung und Bohren eingesetzt. Unabhängig von der Anwendung erzeugen Industrielasersysteme eine erhebliche Wärmemenge. Es gibt mehrere verschiedene Arten von Industrielasertechnologien, die sich letztendlich durch die Energiedichte des Lasers und seine Verwendung voneinander unterscheiden. Bei allen Lasertechnologien suchen OEMs nach einer fortschrittlichen Kühlung für die Energiequelle und Laseroptik. Die Temperaturstabilität dieser Komponenten ist entscheidend für die Leistungsfähigkeit des Lasersystems und die Kundenzufriedenheit.

Seit Jahrzehnten werden Industrielaser mithilfe von Kaltwassersätzen bzw. Chillern gekühlt. Allerdings haben neue Einschränkungen bei industriellen Kältemitteln und neue Leistungsanforderungen die Hersteller von Industrielasern veranlasst, nach einer umweltfreundlicheren und wartungsfreien Kältelösung zu verlangen. Die effizienten und umweltfreundlichen Umlaufkühler der Nextreme™-Plattform kühlen die wärmeempfindlichen Komponenten leise unter die Umgebungstemperatur und gewährleisten so die optimale Laserleistung zu einem Preis, der die wettbewerbsfähige Preisgestaltung von gebündelten OEM-Lösungen ermöglicht.



Industrielaser zum Schneiden harter Materialien und Werkstoffe erfordern zur sicheren Stabilisierung des Laserstrahls eine Kühllösung.

Die Anwendung im Überblick

Das effiziente Kühlen von Lasern kann eine große Herausforderung darstellen. Zum Beispiel weisen Faserlaser ein besseres Kühlverhalten auf als Laser mit anderen aktiven Medien. Durch ihr spezielles Design können sie die Wärme über eine größere Fläche verteilen. Ionenlaser dagegen erzeugen während des Laserbetriebs eine extreme Hitze und benötigen daher aufwändige Kühlmaßnahmen. Kohlenstoffdioxid- bzw. CO₂-Laser emittieren Wärmeenergie im fernen Infrarot- und Mikrowellenbereich des Spektrums ab. Um eine ordnungsgemäße und langfristige Leistung des Lasers zu gewährleisten, muss die Wärme schnell und effizient vom Kühlsystem abgeleitet werden.

Je nach Größe und Aufbau des Systems kann die Abwärme an ein Kühlmittel oder direkt an die Luft abgegeben werden. Für Lasersysteme, die mehr als ein paar Hundert Watt an Wärme erzeugen, wird ein Flüssigkeitskühlsystem benötigt. Das Kühlmittel wird durch einen Kaltwassersatz (Chiller) oder ein Wärmeübertragungssystem geführt, damit die Wärme von den empfindlichen Laserkomponenten weggepumpt und eine konstante Betriebstemperatur aufrechterhalten werden kann.

Die Entwicklung, Implementierung und Wartung von Flüssigkeitskühlsystemen für industrielle Lasersysteme ist mit zahlreichen Herausforderungen verbunden. Der Ausfall eines industriellen Lasersystems kann den gesamten Fertigungsprozess zum Stillstand bringen. Dies kann erhebliche Auswirkungen auf die Produktion haben und zu hohen Produktionskosten führen.

Daher sind Robustheit und wartungsfreier Betrieb des Chiller-Kühlsystems ausschlaggebend für das Sicherstellen der größtmöglichen Anlagenverfügbarkeit. Wie bereits erwähnt, ist die Temperaturstabilität sowohl für die Energieversorgung des Industrielasers als auch für die Laseroptik entscheidend. Abhängig von der Art des Lasersystems und der Anwendung kann die vom Laser erzeugte Wärme weit über den Kilowattbereich hinausgehen. Für die bestmögliche Leistung muss die Betriebstemperatur der Laseroptik normalerweise auf $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ stabilisiert sein, während die Umgebungstemperatur bei Raumtemperaturbedingungen zwischen 23 °C und 35 °C schwanken kann.

Im Rahmen der Miniaturisierung von Industrielasersystemen versuchen die OEMs, immer mehr Elektronik auf immer kleinerem Raum unterzubringen. Dies erhöht die Wärmestromdichte und Wärmelast des Aggregats, was die Kühlung für den Industrielaser noch wichtiger für die Effizienz und Leistungsfähigkeit der Laserenergiequelle und der Optik macht. Um die Anforderungen an die Kühlleistung im kompakteren Formfaktor erfüllen zu können, muss die Wärmemanagementlösung einen hohen Leistungskoeffizienten (CoP) aufweisen, um ein Kühlen deutlich unter die Umgebungstemperatur zu ermöglichen. Die Abwärme muss fortgeführt und effizient abgeleitet werden, um die Laserleistung bei reduziertem Energieverbrauch und weniger Betriebsgeräuschen bzw. -vibrationen zu erhöhen.

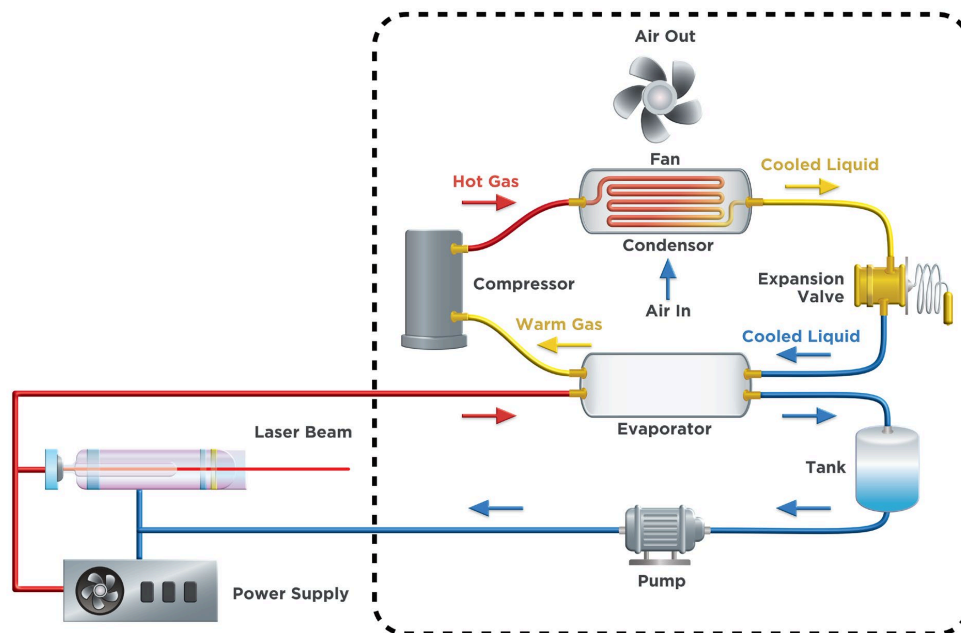
Einige Kühlmittellösungen sind mit Kühlsystempumpen mit stärkerer Pulsation ausgestattet. Unstetig fördernde Pumpen bieten zwar die benötigte Systemkühlung, erzeugen allerdings Vibrationen innerhalb des Kühlsystems. In Lasersystemen hat dies Effekte ähnlich einer instabilen Temperatur, die in einem weniger fokussierten Laserstrahl und geringerer Qualität resultieren, die beim Schneiden und Gravieren entscheidend sind. Industrielaser werden gewöhnlich für das Schneiden harter Materialien wie Stahl verwendet. Im Grunde schmilzt der Laserstrahl bei ausreichender Fokussierung durch jedes Material. Bei einer wirksamen Kühlung erzeugt der Laserstrahl einen feineren, präziseren Schnitt oder eine entsprechende Gravur. Ein Laserstrahl außerhalb des optimalen Temperaturbereichs ist nicht so fokussiert und erzeugt ein gröberes, weniger präzises Schnitt- oder Gravurbild.

In vielen Ländern müssen die OEMs die Nutzung von herkömmlichen, die Ozonschicht schädigenden und stark klimaerwärmenden Kältemitteln stufenweise reduzieren. Ältere Systeme mit Kompressor nutzen umweltschädliche FCKW-Kältemittel wie R134a und R404A. Bei modernen kompressorbasierten Systemen kommen heute eine Vielfalt natürlicher Kältemittel zum Einsatz: R744 (Kohlenstoffdioxid), R717 (Ammoniak), R290 (Propan), R600a (Isobutan) und R1270 (Propylen). Obwohl auch diese natürlichen Kältemittel ihre Problembereiche haben, zu denen deren Entflammbarkeit gehört, sind sie deutlich besser für die Umwelt.

Kühltechnologien im Vergleich

Die herkömmlich in Industrielaseranwendungen genutzten Kompressionskälteanlagen bieten eine hohe Leistungszahl (Coefficient of Performance, CoP). Wenn diese zum Beispiel eine Wärmelast von 3 kW kühlen müssen, benötigt eine handelsübliche Kompressionskälteanlage in etwa 1 kW an Energie für ein ordnungsgemäßes Kühlen.

Kompressionskälteanlagen sind im Allgemeinen kleiner als alternative Technologien, wie ein Flüssigkeit-Luft-Wärmetauscher, da sie weniger Energie benötigen. Darüber hinaus können Flüssigkeit-Luft-Wärmetauscher nicht unter die Umgebungstemperatur kühlen, wie es eine Kompressionskälteanlage tun könnte. Zentrale Anlagenkühlsysteme, die zum Kühlen des gesamten Gebäudes genutzt werden, sind auch für das Kühlen von Industrielasern benutzt worden. Allerdings können diese Systeme keine konstante Temperatur und Durchflussrate garantieren. Es kann auch schwierig sein, alle industriellen Kühlanforderungen mit nur einer großen zentral gesteuerten Anlage zu bedienen.



Kompressionsbasierte Umlaufkühler bieten eine effiziente Kühlung für Lasersysteme.

Lösung von Laird Thermal Systems

Die Nextreme Value Chiller Serie von Laird Thermal Systems steht für eine zuverlässige und kosteneffiziente Temperaturregelung. Basierend auf der Nextreme Performance Chiller Serie bietet die Value Produktlinie die gleiche Benutzerfreundlichkeit, Zuverlässigkeit und Wartungsfreundlichkeit wie die Performance Serie, jedoch zu einem niedrigeren Preis, um eine OEM Komplettlösung zu einem wettbewerbsfähigeren Preis anbieten zu können. Noch wichtiger ist jedoch, dass die Nextreme Value Chiller so konfiguriert und konstruiert werden können, dass sie die spezifischen Anforderungen industrieller Anwendungen erfüllen.

Die Nextreme Value Chiller Serie nutzt leistungsstarke, kompressionsbasierte Technologien, um Geräte und Anlagen deutlich unter die Umgebungstemperatur zu kühlen und die Wärme von wärmeempfindlichen Geräten und Komponenten abzuführen. Der Flüssigkeitskühler zeichnet sich durch eine hohe Leistungszahl (COP) aus und kann die Solltemperatur des zugeführten Kühlmittels mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ einhalten. Mit einer Mindestgröße von 14,9 x 19,7 x 23,6 Zoll (37,8 x 50 x 60 cm) ist der Nextreme Value Chiller kleiner als die meisten herkömmlichen Kühllösungen.

Die Nextreme Value Chiller Serie ist in drei Standardmodellen erhältlich: 1200, 2400 und 4500 Watt. Alle diese Modelle können so konfiguriert werden, dass sie spezifische Anwendungsanforderungen erfüllen.



Im Vergleich zu konkurrierenden Kühlern und kompressionsbasierten Kühlsystemen überzeugt die Nextreme Value Chiller Serie durch:

- Pumpentechnologie mit verschleißfreien Komponenten
- Geringe Pulsation
- Hoher Druck bei Nennförderstrom
- Hohe Zuverlässigkeit
- Filtrations- und Förderoptionen
- PVermeiden von Verdunstungsverlusten und Bewuchs
- Geringere Anschaffungskosten und zusätzliche Installationsflexibilität mit dem Standardsystem
- Erhöhte Betriebszeit
- Verbesserte Erkennung von Alarmbedingungen
- Fernübertragungsprotokolle für Datenabfrage oder SollwertEinstellung
- Durch Nutzer einstellbare Grenzwerte zur Vermeidung von Geräteschäden

Der benutzerfreundliche LCD-Farb-Touchscreen gehört zur Grundausstattung und bietet eine intuitive Bedienoberfläche, die den Systemstatus ohne Alarmcodes oder Symbole vermittelt. Der Techniker kann Temperatursollwerte, Kühlmittelart und -förderrate sowie Alarminstellungen prüfen und den Kühlmittelpegel einfach durch das Schauglas an der Vorderseite kontrollieren.

Ein halbgeschlossenes Flüssigkeitssystem mit einem Verschlussdeckel mit Druckausgleichsventil verhindert Verdunstungsverluste und den Eintrag von Bakterien und macht zusätzliche Armaturen zur Rückflussverhinderung überflüssig. Andere Hersteller nutzen ein offenes bzw. belüftetes System, das zwar einfach in der Installation und Benutzung ist, aber mehr Wartung und Überwachung von Flüssigkeitspegeln und Kühlmittelqualität erfordert. Dank des Verschlussdeckels vom Value Chiller ist weniger Zeit für den Betrieb und Service des Systems erforderlich und durch die höhere Qualität des Fluids erhöht sich die Lebensdauer entscheidender Komponenten wie Pumpe, Wärmetauscher und Sensoren.

Zu den weiteren Merkmalen der Standardausstattung gehören eine optische Pegelmessung ohne bewegliche Teile, ein RS-232/Ethernet-Anschluss für die Einbindung in ein übergeordnetes Produktionssteuerungssystem und eine Speisedruckmessung. Als optionale Funktionen sind erhältlich: im Betrieb austauschbare 5-Mikrometer-Wasserfilter als Partikelfilter im Kühlmittelkreislauf und ein Durchflussregelventil und -sensor zum Verringern und Messen des Gesamtstroms zur Anwendung (Die gesamte Durchflussmenge läuft weiterhin durch den Chiller und gewährleistet so hohe Wärmeübertragungsraten und stabile Temperaturen).

Mit dem umweltfreundlichen Kältemittel R513A erreicht der Nextreme Chiller eine mit herkömmlichen FKW-Kältemitteln vergleichbare Leistung, allerdings bei halbem Treibhauspotenzial (GWP-Wert). Die Flüssigkeitskühler erfüllen nicht nur CE-, REACH- und RoHS-Anforderungen, sondern auch die Sicherheitsbestimmungen für elektrische Laborgeräte UL 61010-1 und IEC 61010-1. Während andere Hersteller ihre Chiller für den europäischen und nordamerikanischen Markt modifizieren müssen, sind Nextreme Value Chillers weltweit zugelassen. So kann das Gerät des OEMs in einem Land geprüft und danach in eine andere Region versandt werden. Die OEMs müssen außerdem weniger Inventar vorhalten, da ein einzelner Kühler weltweit versandt werden kann.

Am wichtigsten für uns ist die Zusammenarbeit der Teams von Laird Thermal Systems mit den OEMs an der Entwicklung von Lösungen, die am besten für deren Anwendungen funktionieren.

Die Konstrukteure von LTS können Modifikationen am Value Chiller vornehmen – wie Schlauchsätze mitliefern, Werkseinstellungen auf dem Bildschirm ändern oder die Pumpenart austauschen – was für OEMs maßgeschneiderte Lösungen bietet, allerdings zu Kosten und mit Lieferzeiten von seriengefertigten Produkten. Falls der Value Chiller nicht für die Anwendung des OEMs geeignet ist, hilft der [Thermal Wizard](#) von Laird Thermal Systems bei der Suche nach der richtigen Kühllösung, die den Anforderungen der Anwendung entspricht. Darüber hinaus unterstützt Laird Thermal Systems die OEM-Kunden bei der Produktion in kleinen Stückzahlen und vielen Varianten (High Mix Low Volume). Die Lieferketten- und Produktionsplanung übertrifft die Branchenstandards bei termingerechter Lieferung, sodass der OEM seinen Bestand verringern und mit bedarfsgesteuerten Lieferungen planen kann, mit dem Vertrauen in die pünktliche Lieferung des Produkts.

Der Value Chiller ist eine kosteneffiziente und wartungsarme Kühllösung, die den Kunden des OEM eine langlebige Komponententechnologie und Systemregelung verspricht, die Ausfälle verhindert und so die Betriebszeit maximiert. Diese hohe Zuverlässigkeit gewährleistet, dass der Endverbraucher mit dem Gerät des OEMs weniger Betriebsprobleme bei erhöhtem Durchsatz und einer besseren Kundenerfahrung hat.

Fazit

Das ordnungsgemäße Kühlen von Industrielasersystem ist eine Herausforderung, da die Abmessungen bei steigender Leistungsdichte immer weiter abnehmen. Heute sind die Kühltechnologien (Kompressoren, Wärmetauscher, etc.) allerdings um einiges effizienter als noch vor einem Jahrzehnt. Kompakte Chiller mit hoher Leistungszahl (CoP) ermöglichen einen effizienten Betrieb mit niedrigem Energieverbrauch und maximieren so die Verfügbarkeit und optimieren die Leistungsfähigkeit industrieller Lasersysteme.

Die vielseitige Nextreme Recirculating Chiller Plattform bietet einen geräuscharmen Betrieb in einer im Vergleich zu Vorgängerversionen kleineren und leichteren Einheit. Die Chiller Plattform ist effizienter und zuverlässiger als luftgekühlte Wärmetauscher und thermoelektrische Geräte. Dies ermöglicht eine fokussiertere und verbesserte Laserleistung für mehr Präzision beim Schneiden, Schweißen, Mikrobearbeitung, Bohren und mehr.

Weiterführende Informationen zum Value Chiller finden Sie auf

lairdthermal.com/nextreme-VRC1200

lairdthermal.com/nextreme-VRC2400

lairdthermal.com/nextreme-VRC4500

Über Laird Thermal Systems

Laird Thermal Systems entwickelt Wärmemanagementlösungen für anspruchsvolle Anwendungen in den Bereichen Medizin, Industrie, Transport und Telekommunikation. Wir stellen eines der vielfältigsten Produktportfolios der Branche her, das von aktiven thermoelektrischen Kühlern und Baugruppen bis hin zu Temperaturreglern und Flüssigkeitskühlssystemen reicht. Unsere Ingenieure nutzen fortschrittliche thermische Modellierungs- und Managementtechniken, um komplexe Wärme- und Temperatursteuerungsprobleme zu lösen. Wir bieten ein breites Spektrum an Design-, Prototyping- und internen Testmöglichkeiten und arbeiten während des gesamten Produktentwicklungszyklus eng mit unseren Kunden zusammen, um Risiken zu reduzieren und die Markteinführung zu beschleunigen. Unsere weltweiten Fertigungs- und Supportressourcen helfen unseren Kunden, Produktivität, Betriebszeit, Leistung und Produktqualität zu maximieren. Laird Thermal Systems ist die optimale Wahl für standardmäßige oder kundenspezifische thermische Lösungen. Weitere Informationen finden Sie unter www.lairdthermal.com.

Kontakt zu Laird Thermal Systems

Haben Sie eine Frage oder benötigen Sie weitere Informationen über Laird Thermal Systems? Bitte kontaktieren Sie uns über die Website www.lairdthermal.com.

OEM-Perspectives:-Recirculating-Chillers-for-Industrial-Lasers-Appnote-2023

Trademarks

© Copyright 2023 Laird Thermal Systems, Inc. All rights reserved. Laird™, the Laird Ring Logo, and Laird Thermal Systems™ are trademarks or registered trademarks of Laird Limited or its subsidiaries. Nextreme™ is a trademark of Laird Thermal Systems, Inc. All other marks are owned by their respective owners.