

Рекомендации по охлаждению квантронов

Лазерные диоды накачки являются обычно самым дорогим компонентом в твердотельной лазерной системе. Наиболее типичными причинами отказа диодов являются недостаточное охлаждение или порча охлаждающей жидкости, приводящая к уменьшению ее потока через охлаждающую систему диодных сборок. Чтобы предотвратить повреждение линеек NG CEO требует, чтобы при разработке водяной системы охлаждения лазера, строго выполнялись следующие правила.

Общая информация по чиллерам

Квантронам NG CEO требуется чиллер, который может развить минимальное давление воды на выходе 50 psi (3.45 бар). Реальное рабочее давление должно быть ниже. Если ваш чиллер может обеспечить минимально требуемый поток через сборку при меньшем водяном давлении (типично 30-50 psi) – это приемлемо. Поток воды должен быть равен или выше указанного в таблице значения минимального потока.

<u>Тип квантрона</u>	<u>Минимальный поток</u> (галлон/мин, литр/мин)
RB	1.0 гал/мин или 3.8 л/мин
RB Plus	1.0 гал/мин или 3.8 л/мин
RD	1.5 гал/мин или 5.7 л/мин
RE	2.0 гал/мин или 7.6 л/мин
RG	2.5 гал/мин или 9.5 л/мин

Чиллеры, используемые для охлаждения квантронов CEO должны иметь тепловую производительность выше, чем общее потребление энергии охлаждаемой единицы. Тепловая мощность, выделяемая квантроном, равна подводимой электрической мощности минус оптическая мощность, выводимая из квантрона лазерным лучом.

Все квантроны CEO обязаны использоваться с датчиком потока, устанавливаемым на водяном выходе модуля. Если вода не подается из чиллера, или если поток недостаточен (ниже установленного порога), датчик прервет ток через диодные сборки.

Квантроны CEO должны всегда начинать свою жизнь с установленной на чиллере температуры, которая рекомендована фирмой по результатам выходных тестов (обычно 20-30°C). По мере старения модуля, возникает необходимость эксплуатировать квантрон при все более низкой температуре, чтобы компенсировать возникающий сдвиг длины волны излучения. Кроме того по мере деградации диодов, требуется повышать ток накачки, чтобы сохранить установленный уровень мощности лазера.

CEO не отдает предпочтения той или другой модели чиллера, однако, при продаже законченных лазерных систем с чиллером, мы обычно комплектуем их чиллерами фирмы Polysciennce. Выбор чиллера диктуется ожидаемой тепловой нагрузкой в конце жизни квантрона с небольшой тепловой добавкой, выделяемой оптическим затвором, модулирующим лазерный луч.

CEO Модуль*	EOL Нагрузка (Вт)	60 Гц электросеть		50 Гц электросеть	
		Прозв-ть (Вт)	Модель #	Прозв-ть (Вт)	Модель #
RBAX0-1C2	626	800	6260T11CE20C	664	6250T21CE30E
RBAX4-1C2	818	1200	6360T11CE20C	996	6350T21CE30E
RBAX5-1C2	1010	1200	6360T11CE20C	996	6350T21CE30E
RDXX-1C2	1970	2500	6760T21CE30D	2075	6750T21CE30E
REXX-1C2	2660	2900	6160T21CE30D	4316	6850T56CE70E
REXX-2C2	5220	5200	6860T56CE70D	5810	DCA206D1FF

* X в номере модели обозначает цифры, соответствующие диаметру стержня, значение диаметра стержня не влияет на тепловую нагрузку чиллера.

Фильтрация

Чиллеры, используемые для охлаждения квантронов CEO, должны всегда иметь фильтры на выходном шланге, питающем квантрон. Фильтры должны задерживать частицы более 5 микрон и меняться каждые 6 месяцев. Частота смены фильтра может быть и выше, если так рекомендует изготовитель чиллера. Также, если фильтр стал очевидно грязным (в большинстве случаев имеется специальный порт для инспекции), он должен быть заменен немедленно.

Каждый раз при замене фильтра, охлаждающая жидкость (охладитель) должен быть слита и заменена новой. При использовании в качестве охладителя Purelase 180 CEO рекомендует: прежде чем заливать новую порцию Purelase 180 надо прочистить чиллер с помощью очистителя 460-CCCL2567. Более подробные сведения см. в инструкции по эксплуатации квантрона.

Возможные охладители

CEO рекомендует, чтобы в охладителях квантронов были использованы альгициды и коррозионные ингибиторы:

a) Purelase 180

Совместно с компанией Nalco CEO участвовало в специальной программе по разработке охладителя, обеспечивающего эффективное охлаждение и защиту оборудования от коррозии. Программа обеспечения охлаждения, включая охладитель Purelase 180, направлена на минимизацию эффектов коррозии, накипи, загрязнения и микробиологического отравления жидкости. Эта программа позволяет также обеспечивать эффективное использование оборудования до конца срока его службы.

b) Дистиллированная вода с добавкой Optishield

NG CEO рекомендует смесь одной части добавки Optishield Plus на каждые 10 частей воды. Optishield Plus представляет собой смесь альгицида и анти-коррозианта, что позволяет защитить квантрон. Optishield Plus можно заказать на сайте <http://www.optitemp.com>

c) Этилен гликоль и дистиллированная вода

CEO рекомендует 50/50 раствор этилен гликоля лабораторной чистоты (99%) и дистиллированной воды.

Не рекомендовано:

Использование де-ионизованной воды не рекомендовано. Охладители лазерно-диодных линеек выполнены из меди, которая внутри водяных каналов ничем не защищена. Де-ионизованная вода атакует медь внутри охладителя и разносит ее по всей петле охлаждения. Если все же де-ионизованная вода используется для охлаждения, очень важно удерживать сопротивление воды в диапазоне 300-700 кОм, а ее состав слегка щелочным (7.0-8.0 pH)

Расчет температуры конденсации воды в воздухе

Температура конденсации (точка росы) есть температура, при которой влажность в воздухе конденсируется на поверхности в виде жидкости. Точка росы зависит от температуры окружающего воздуха и относительной влажности. Если поверхность, такая как фланец лазерного модуля (квантрона) или корпус диодной сборки, охлаждена до или ниже точки росы, вода может собраться на этой поверхности. Формула для расчета точки росы и соответствующая таблица расчетных значений даны ниже.

$$T_d = \frac{237.7\alpha(T, RH)}{17.27 - \alpha(T, RH)} \quad \text{где} \quad \alpha = \frac{(17.27)T}{237.7 + T} + \ln\left(\frac{RH}{100}\right)$$

T – температура окружающей среды в градусах Цельсия (0<T<60) вблизи лазера.

RH – относительная влажность в % (1<RH<100) воздуха вблизи лазера, и

T_d – температура, при которой конденсация будет накапливаться на модуле.

Работа чиллера при температуре равной и ниже точки росы (T_d) вызовет конденсацию влаги на поверхностях модуля и диодных сборок.

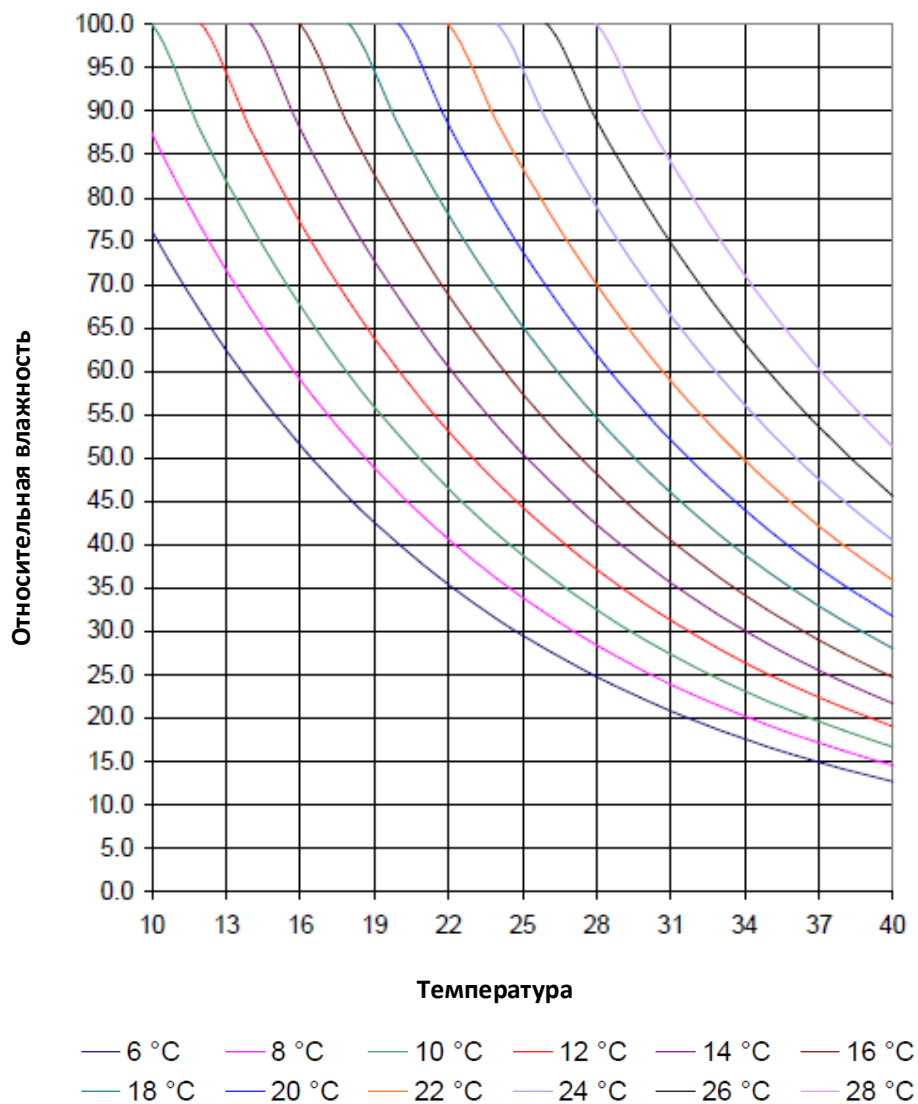
Вода на сборках вызовет катастрофические повреждения диодов, что потребует их замены. Вода на торцах лазерного стержня может вызвать повреждение торцов, что потребует замены стержня.

Таблица Температур точек росы для заданной температуры окружающего воздуха и относительной влажности

		Относительная влажность										
		1%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
	10	-43.9	-20.2	-11.9	-6.8	-3.0	0.1	2.6	4.8	6.7	8.4	10.0
	12	-42.6	-18.7	-10.3	-5.0	-1.2	1.9	4.5	6.7	8.7	10.4	12.0
	14	-41.4	-17.1	-8.6	-3.3	0.6	3.7	6.4	8.6	10.6	12.4	14.0
T	16	-40.2	-15.6	-7.0	-1.6	2.4	5.6	8.2	10.5	12.5	14.4	16.0
E	18	-39.0	-14.1	-5.3	0.2	4.2	7.4	10.1	12.4	14.5	16.3	18.0
M	20	-37.8	-12.5	-3.6	1.9	6.0	9.3	12.0	14.4	16.4	18.3	20.0
P	22	-36.6	-11.0	-2.0	3.6	7.8	11.1	13.9	16.3	18.4	20.3	22.0
E	24	-35.4	-9.5	-0.4	5.3	9.6	12.9	15.7	18.2	20.3	22.3	24.0
R	26	-34.2	-8.0	1.3	7.1	11.3	14.8	17.6	20.1	22.3	24.2	26.0
A	28	-33.0	-6.5	2.9	8.8	13.1	16.6	19.5	22.0	24.2	26.2	28.0
T	30	-31.8	-4.9	4.6	10.5	14.9	18.4	21.4	23.9	26.2	28.2	30.0
U	32	-30.6	-3.4	6.2	12.2	16.7	20.3	23.2	25.8	28.1	30.1	32.0
R	34	-29.5	-1.9	7.8	13.9	18.5	22.1	25.1	27.7	30.0	32.1	34.0
E	36	-28.3	-0.4	9.5	15.7	20.2	23.9	27.0	29.6	32.0	34.1	36.0
	38	-27.1	1.1	11.1	17.4	22.0	25.7	28.9	31.6	33.9	36.1	38.0
	40	-26.0	2.6	12.7	19.1	23.8	27.6	30.7	33.5	35.9	38.0	40.0

Следующий график показывает температуру точки росы для типичных диапазонов температуры и относительной влажности окружающего воздуха.

Например, чиллер настроен на 22°C, смотрим на кривую со значком 22°C. Предположим, температура воздуха вокруг лазера 28°C, смотрим, где линия решетки для температуры воздуха 28°C пересечет кривую с диодной температурой 22°C, и видим, при относительной влажности 70% и выше на диодах будет формироваться конденсат.



Если вам требуется использовать лазер в условиях, близких к температуре конденсации, нужно принять упреждающие меры для того чтобы держать лазер в сухости. Лазер должен работать в среде, очищенной газообразным N₂ или быть помещен в опечатанный корпус с осушителем воздуха.

Отказ модуля

Наиболее частая причина отказа СЕО модулей связана с повреждениями по вине покупателя. Наиболее часто отказ вызывается следующим:

- 1) Использование модуля без охлаждения
- 2) Использование загрязненного охлаждения
- 3) Конденсат на диоде (чиллер работает при температуре меньше точки росы)

Повреждение модулей по вине покупателя приводит к недействительности гарантии.