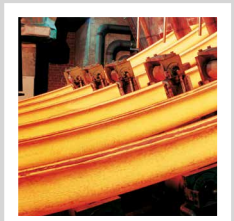
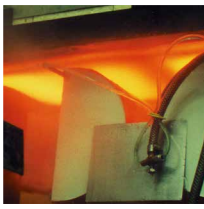
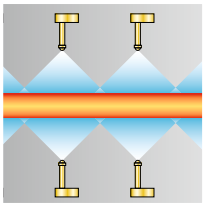
ENGINEERING
YOUR SPRAY SOLUTION

Высокоточные форсунки и решения для вторичного охлаждения







Continuous Casting

ФОРСУНКИ LECHLER ДЛЯ ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ – ЭФФЕКТИВНОЕ И ЭКОНОМИЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ

Компания Lechler является мировым лидером в технологии и производстве форсунок. На протяжении более чем 140 лет мы внедряем многочисленные революционные разработки, а обширный опыт в области проектирования форсунок в сочетании с глубоким пониманием требований конкретных задач позволяет нам создавать продукцию, которая обеспечивает высокую производительность, надежность и качество.

Новые задачи для металлургической промышленности

Производители стали во всем мире ощущают давление со стороны новых конкурентов из-за тенденции к глобализации. С одной стороны, они вынуждены сокращать издержки производства, с другой – удовлетворять спрос на новые высококачественные марки сталей. Для того чтобы добиться успеха в такой ситуации, необходимо оптимизировать все процессы, включая вторичное охлаждение.

Интеллектуальное охлаждение

Вместе с тем, под охлаждением не всегда подразумевается только само охлаждение. Когда речь идет, например, о сложной области производства стали, необходимо учитывать множество факторов, оказывающих влияние на процесс. Для производства разных марок сталей требуются различные процессы охлаждения. То же самое можно сказать и о различных форматах стали. Для обеспечения оптимального охлаждения необходимо правильно настроенное вторичное охлаждения для слябовых и сортовых машин.

Ваши преимущества

- Индивидуально спроектированные форсунки и решения для слябовых, блюмовых и сортовых МНЛЗ
- Увеличение скорости разливки
- Повышение производительности
- Разливка спец сталей
- Увеличение срока эксплуатации оборудования и снижение эксплуатационных затрат
- Повышение качества продукции

ПРАВИЛЬНЫЙ ПУТЬ К ОПТИМАЛЬНОМУ ОХЛАЖДЕНИЮ

Уникальный ассортимент продуктов и решений

Не существует одного универсального решения для вторичного охлаждения, соответствующего всем требованиям. Для каждой МНЛЗ, каждого формата заготовки и каждой марки стали свои требования, по этой причине стандартные решения, как правило, не подходят. Мы подробно анализируем каждый конкретный случай заказчика, а при подборе форсунок учитываем множество параметров, таких как:

- Конструкцию МНЛЗ
- Изменение конструкции форсунки
- Соотношение вода-воздух
- Диапазон регулирования
- Распределение жидкости
- Коэффициент теплопередачи

Десятилетия опыта

Наши знания и десятилетия опыта в области непрерывной разливки стали являются фундаментом для форсунок и технологических решений в области вторичного охлаждения, позволяющих повысить производительность и качество стали.

Наши дочерние предприятия расположены в Бельгии, Великобритании, Венгрии, Индии, Испании, Италии, Китае, Малайзии, США, Финляндии, Франции, Швеции, а наши представители работают более чем в 40 странах. Мы работаем для заказчика по всему миру и обеспечиваем оперативную техническую поддержку на месте.

Индивидуальный подход

У каждого заказчика есть свои требования и цели. Именно поэтому наша работа начинается с диалога, который позволит получить полную информацию о поставленной задаче и приступить к разработке индивидуального решения. Мы используем современные измерительные технологии для точной оценки условий работы оборудования заказчика, что необходимо для разработки эффективного охлаждения. Наш главный приоритет – тесное сотрудничество с заказчиком.

Обратитесь к нам и вместе мы найдем наилучшее решение для Вашего вторичного охлаждения.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
Форсунки и услуги для процесса непрерывной разливки	**4–5**
Технология измерения форсунок	**6**
Коэффициент теплопередачи	**7**
Однофазные и водовоздушные форсунки	**8–9**
Ассортимент продукции	
Водовоздушные форсунки	
Billetcooler FLEX®	10–13
Billetcooler FLEX® с овальным факелом	14-16
Billetcooler с овальным факелом	17-18
Billetcooler с коническим факелом	19
Специальная прокладка с фильтром для форсунок Billetcooler	20
Slabcooler® ECO	21–24
Mastercooler SMART	25–26
Mastercooler HARD HARD COOLING®	27–28
Трубная обвязка сегментов слябовой МНЛЗ	29
Особенности конструкции форсунок	30
Однофазные форсунки – плоскофакельные форсунки	
Серия 660	31–32
Серия 6M2	33–34
Серия 664/665	35–36
Плоскофакельные форсунки с увеличенной глубиной факела	
– Серия 600.280	37–38
– Серия 600.366	39–40
Однофазные форсунки – полноконусные форсунки	
Серия 490	41–44
Серия 486	45–47
Овальнофакельные форсунки	
– Серия 400.291	48
Технологический аудит зоны вторичного охлаждения	**49–50**
Причины замены форсунок	**51**
Техническое обслуживание форсунок	**52**

ФОРСУНКИ И УСЛУГИ ДЛЯ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ

Главной задачей форсунок в процессе непрерывной разливки является охлаждение поверхности ручья. Форсуночное охлаждение является единственной контролируемой составляющей процесса непрерывной разливки и, следовательно, основным фактором, определяющим максимальную производительность и оптимальное качество процесса непрерывной разливки.

Во вторичном охлаждении характеристики форсуночного охлаждения зависят от расположения форсунок и технологических параметров. Расположение форсунок определяет область на поверхности ручья, где происходит охлаждения, а технологические параметры, такие как рабочее давление, определяют интенсивность и качество охлаждения.

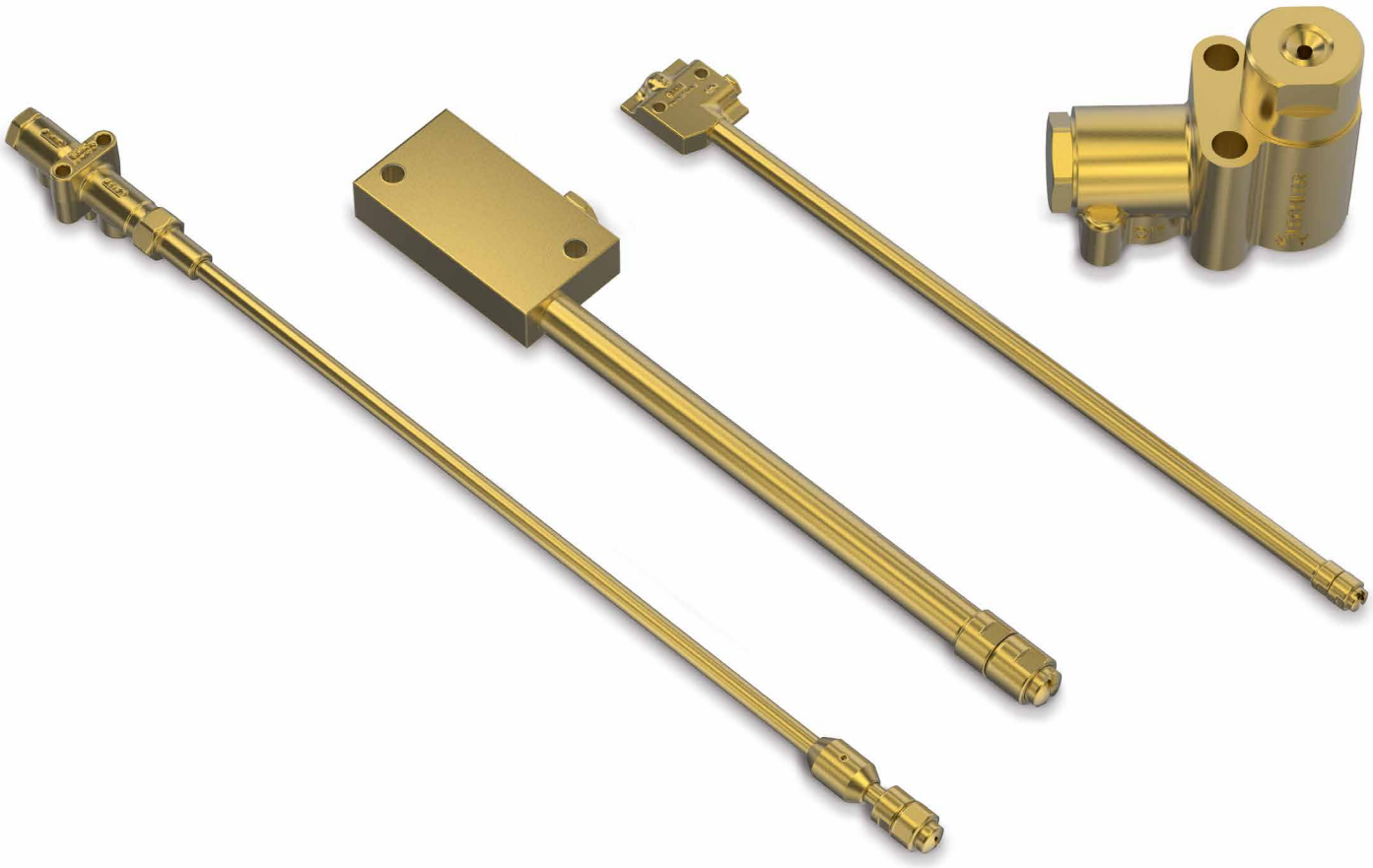
Интенсивность теплоотвода с поверхности ручья зависит от расположения форсунок и технологических параметров, влияющих на процессы охлаждения и кристаллизации. Являясь ведущим мировым производителем форсунок, Lechler предлагает заказчикам не только поставку самих форсунок и распылительных систем.

Lechler также предлагает свои обширные знания **в области инжиниринга ЗВО и измерения характеристик форсунок**, а также услуги в области оптимизации расположения форсунок и технологических параметров процесса.

Возможности оптимизации расположения форсунок включают в себя корректировку распылительного плана, оптимизацию конструкции коллекторов и трубной обвязки и оптимизацию профиля распределения жидкости по поверхности ручья для проектируемых и существующих машин. Оптимизация технологических параметров может включать в себя подбор типа распыления (однофазное или водо-воздушное), кинетики факела форсунок, силы удара форсунок и коэффициента теплопередачи.

Требования ко вторичному охлаждения в процессе непрерывной разливки меняются в зависимости от формата заготовки и марки стали. По этой причине мы предлагаем специальные форсунки и индивидуальные решения для соответствия требованиям каждой отдельно взятой МНЛЗ.

Также Lechler предоставляет возможность **моделирования и расчета вторичного охлаждения** и проведения с его помощью оптимизации зоны вторичного охлаждения с целью повышения качества заготовки или **увеличения скорости разливки**.



Таким образом, Lechler предлагает широкий выбор продукции, разработанной и подходящей для любого процесса непрерывной разливки. Сортовая, блюмовая или слябовая МНЛЗ – мы подберем форсунки для любой поставленной задачи.

Для этой цели были разработаны специальные серии форсунок для разливки сортовой заготовки и слябов.

- Форсунки **Billetcooler** для разливки сортовой заготовки и блюмов
- Форсунки **Mastercooler** для разливки слябов
- **Mastercooler Hard-Hard-Cooling** для разливки тонких слябов
- Высокотехнологичное изготовление форсунок
- Многолетний опыт в области вторичного охлаждения
- Поддержка в течение всего срока эксплуатации
- Оптимизации производства

Зона вторичного охлаждения сортовой МНЛЗ

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФОРСУНОК

Оценка эффективности распыления

Компания Lechler, являясь производителем высококачественных форсунок, разработала в своих лабораториях специальные методы для получения достоверных данных о тех параметрах форсунок, которые имеют решающее значение в процессе вторичного охлаждения. В лаборатории Lechler имеются методики для измерения расходов, распределения жидкости и силы удара форсунок для любого типа форсунок, применяемого в процессе непрерывной разливки.

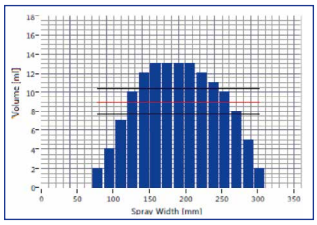
Расходы

Имеется множество высокоточных проливочных стендов для измерения давления и расхода воды.

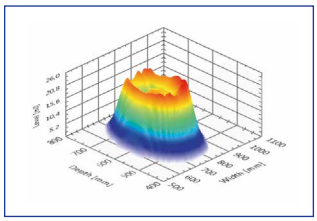
Распределение жидкости

Задачей производителя форсунок является разработка форсунок, обеспечивающих требуемое распределение жидкости во всем диапазоне регулирования. В слябовой МНЛЗ равномерность распределения воды по всей поверхности ручья является необходимым условием для разливки высококачественных слябов при всех рабочих значениях давления воды и воздуха.

В сортовых и блюмовых МНЛЗ также необходимо контролировать распределение жидкости, чтобы не допустить недостаточного или избыточного охлаждения заготовки. Компания Lechler имеет несколько измерительных стендов с различным разрешением для измерения параметров всех стандартных конфигураций систем вторичного охлаждения, для измерения одной отдельно взятой форсунки или нескольких форсунок сразу, что позволяет удовлетворять потребностям наших заказчиков.



Динамическое измерение распределения жидкости

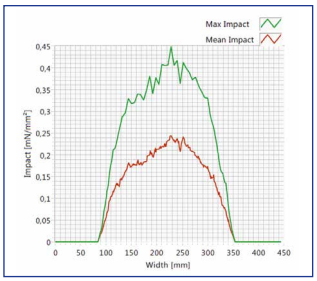


Трехмерное измерение распределения жидкости

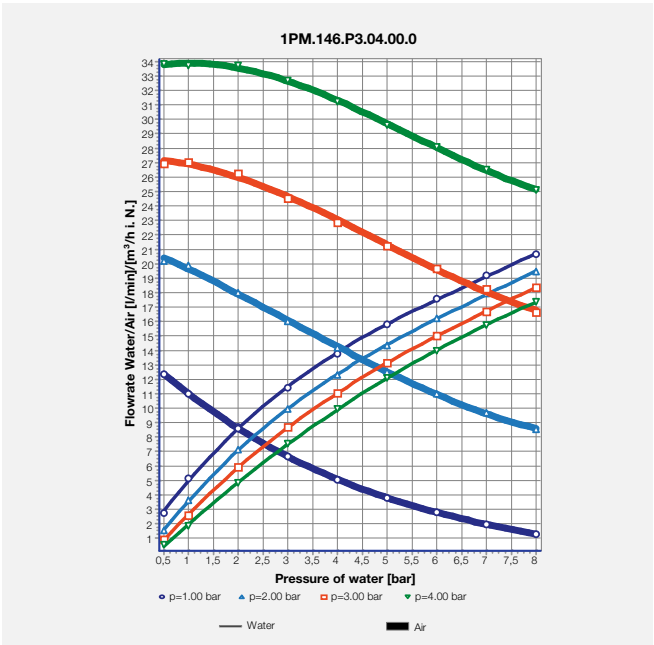
В дополнение к хорошо зарекомендовавшему себя динамическому методу измерения распределения, который позволяет определить профиль распределения жидкости, по поверхности ручья, имитируя реальные условия разливки, Lechler имеет стенды для получения трехмерного профиля распределения жидкости, позволяющего определить точную локальную плотность распыления в любом положении форсунки.

Сила удара

Существуют дополнительные факторы, влияющие на эффективность охлаждения, такие как соотношение вода-воздух в потоке, диапазон регулирования форсунки или оценка следа форсунок. Одним из методов оценки эффективности охлаждения является измерение силы удара форсунки по поверхности ручья. Lechler предлагает сложную технологию измерения силы удара в любом положении форсунки с высоким разрешением даже при низких расходах форсунок для вторичного охлаждения. Эта технология позволяет количественно оценить силу удара форсунки и ее воздействие на поверхность с учетом всех заданных условий разливки.



Измерение силы удара форсунки



Расходная диаграмма водовоздушной форсунки

Измерение распределения жидкости на стенде

- Высокоточное измерение давления и расхода жидкости
- Трехмерное измерение распределения жидкости с высоким разрешением
- Измерение динамического распределения жидкости для одной или нескольких форсунок в работе
- Измерение силы удара с высоким разрешением

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ

Поскольку основной задачей форсунок в процессе непрерывной разливки является охлаждение, то эффективность охлаждения является важнейшим параметром форсунки. Эффективность охлаждения можно оценить с помощью коэффициента теплопередачи (далее HTC).

Теплопередача между факелом форсунки и горячей поверхностью – это сложный механизм и результат воздействия многих факторов, таких как

- состояние поверхности – температура, материал, образование окалины, шероховатость,
- кинетика распыления на поверхность
  - интенсивность и распределение распыления (высота распыления, угол раскрытия, расход)
  - размер и скорость капель (расход, давление, высота распыления, тип форсунки, угол раскрытия, перекрытие форсунок)
- температура распыляемой воды

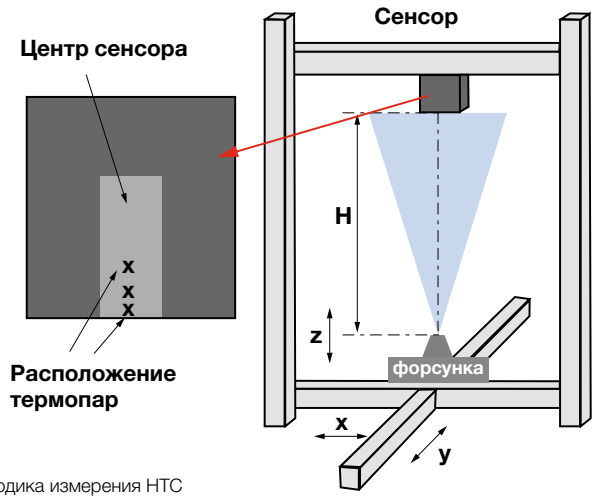
Пример влияния температуры поверхности на коэффициент теплопередачи показан на рисунке для двух различных интенсивностей распыления. Влияние температуры поверхности снижается при повышении температуры из-за эффекта Лейденфроста.

По этой причине многие модели считают постоянную теплопередачу при температуре выше точки Лейденфроста, которая в основном изменяется как функция от интенсивности распыления.

Существует несколько подходов, позволяющих охарактеризовать теплопередачу, как функцию от всех этих параметров. Однако, наиболее точным способом является фактическое тестирование эффективности охлаждения в МНЛЗ или в лаборатории.

Компания Lechler имеет многолетний опыт в области исследований эффективности охлаждения, полученный в результате долгосрочного сотрудничества с государственными и международными научно-исследовательскими центрами, производителями металлургического оборудования и металлургическими комбинатами.

Совместно с техническими университетами компания Lechler провела многочисленные испытания теплопередачи разных типов форсунок, используя разные процедуры тестирования. В одном из вариантов испытаний для измерения

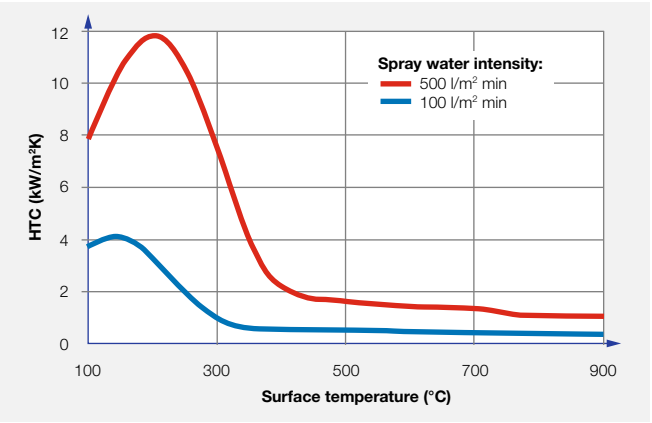


Методика измерения HTC

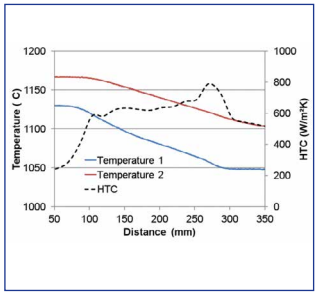
коэффициента теплопередачи используется сенсор, который измеряет снижение температуры образца в факеле форсунки. Схема сенсора, показанная на рисунке, иллюстрирует основной принцип.

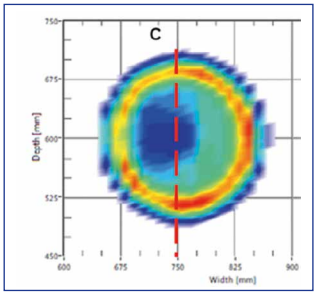
В результате можно рассчитать локальный коэффициент теплопередачи при постоянной работе форсунки (расход, давление, высота распыления) и граничные условия сенсора (начальная температура, скорость разливки) на основе температурного профиля сенсора, как показано на рисунке ниже. Эти расчетные значения коэффициента теплопередачи могут использоваться для характеристики общей эффективности охлаждения форсунки. Взаимосвязь профиля распределения жидкости с расчетными значениями коэффициента теплопередачи при одинаковых условиях создает полную картину взаимосвязи между интенсивностью распыления, кинетикой распыления (определяемой давлением, высотой распыления и углом раскрытия), температурой поверхности и коэффициентом теплопередачи.

Компания Lechler может оказать помощь при расчете характеристик эффективности охлаждения форсунки, как используя свой многолетний опыт в области технологии производства форсунок и непрерывной разливки, так и основываясь на экспериментах, проведенных в сотрудничестве с партнерами из науки и индустрии.



Влияние температуры поверхности и интенсивности расплыления на коэффициент теплопередачи





Значения температуры и расчетного коэффициента теплопередачи (слева), профиль распределения жидкости (справа)

ОДНОФАЗНЫЕ И ВОДОВОЗДУШНЫЕ ФОРСУНКИ

В первых МНЛЗ в зоне вторичного охлаждения использовались однофазные форсунки. Хотя с тех пор технологии шагнули далеко вперед, многие машины до сих пор используют однофазное охлаждение, обеспечивая высокую производительность и качество металла.

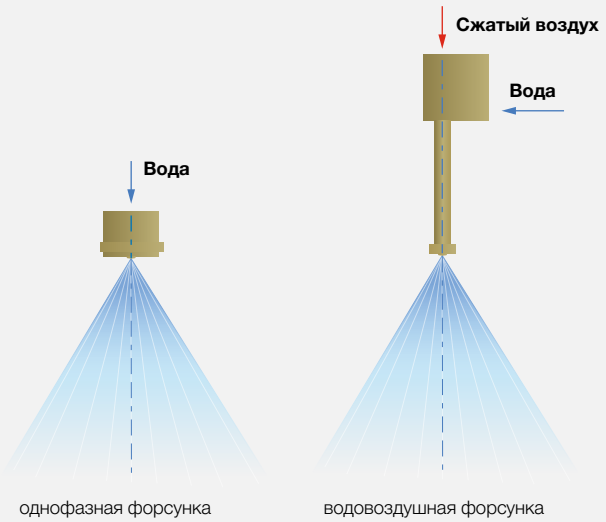
Однако, большинство современных МНЛЗ нуждаются в большей универсальности при производстве различных марок сталей и форматов заготовки. Так как такие же требования предъявляются и к вторичному охлаждению, то большинство современных МНЛЗ оснащены водовоздушными форсунками.

Главным преимуществом водовоздушных форсунок Lechler, отличающим их от однофазных форсунок, является увеличенный диапазон регулирования. Диапазон регулирования – это отношение расхода при максимальном рабочем давлении воды (обычно 7 бар) к расходу при минимальном рабочем давлении воды (обычно 0,5 бар для водовоздушных форсунок и 1 бар для однофазных форсунок). В пределах этих рабочих давлений форсунки обеспечивают стабильное распределение распыляемой воды. Обычно водовоздушные форсунки имеют диапазон регулирования от 10 до 30, диапазон однофазных форсунок обычно составляет 2,6-3,7. Такой увеличенный диапазон обеспечивает более высокую универсальность с точки зрения изменения теплопередачи.

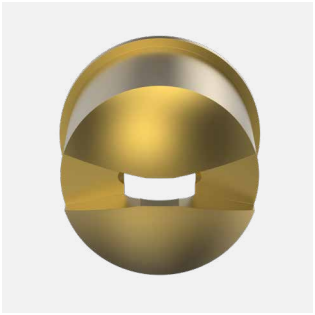
Поскольку водовоздушные форсунки помимо воды используют сжатый воздух, то увеличивается необходимое свободное сечение, которое требуется для того чтобы обеспечить такой же расход, как в однофазных форсунках. Увеличенные свободные сечения уменьшают засорение форсунок, вызванное, например, низким качеством воды, и благодаря этому, обеспечивают увеличение срока эксплуатации форсунок и сокращение расходов, связанных с техническим обслуживанием.

Однофазная форсунка

Водовоздушная форсунка

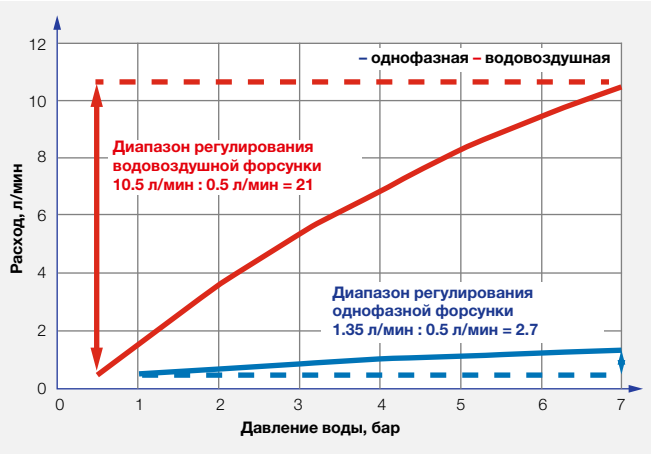


Однофазное охлаждение	Водовоздушное охлаждение
Диапазон регулирования до 3,7:1	Диапазон регулирования до 30:1
Малые проходные сечения	Широкие проходные сечения
Тенденция к засорению	Меньшая склонность к засорению
Возможность теплоотвода ограничена	Повышенная возможность теплоотвода
Скорость разливки ограничена	Расширенный диапазон скоростей разливки
Возможность разливки ограниченного количества марок сталей на одной машине	Диапазон разливаемых марок сталей в одной машине значительно расширен
Требует большие расходы воды, чем водовоздушное охлаждение, стоимость оборудования меньше	Требует меньшие расходы воды, чем однофазное охлаждение, высокая стоимость оборудования

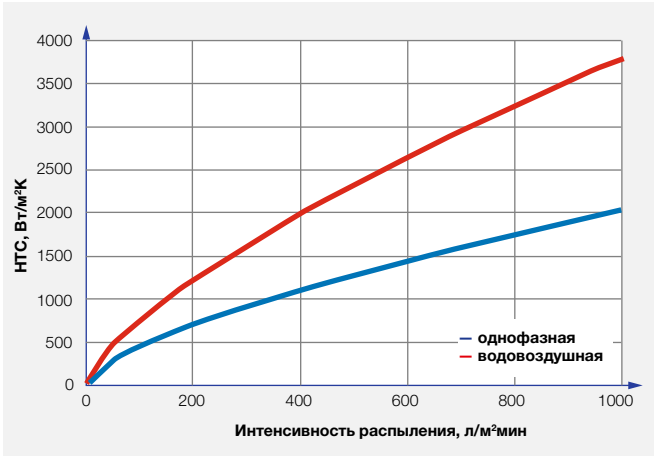


Сравнение сопла водовоздушной форсунки (сверху) и однофазной форсунки (снизу) с одинаковым расходом

Благодаря кинетике распыления, возникающей при взаимодействии воды и воздуха, угол раскрытия водовоздушной форсунки, как правило, более стабилен, чем у однофазных форсунок при переменном давлении воды. Благодаря этому также обеспечивается более равномерное распределение воды по поверхности ручья. Водовоздушные форсунки для слябовых МНЛЗ специально разработаны для обеспечения равномерного распределения воды по поверхности ручья во всех указанных рабочих условиях конкретной МНЛЗ.



Сравнение диапазона регулирования однофазных и водовоздушных форсунок



Сравнение коэффициента теплопередачи однофазной и водовоздушной форсунки

Большинство водовоздушных форсунок Lechler для вторичного охлаждения имеют увеличенную кинетическую энергию распыления, которая обеспечивает увеличение теплопередачи по сравнению с однофазными форсунками при одинаковой интенсивности распыления. Увеличенный коэффициент теплопередачи позволяет отводить такое же количество тепла из ручья, распыляя меньшее количество воды. Также при использовании водовоздушных форсунок уменьшается влияние температуры распыляемой воды на коэффициент теплопередачи.

Благодаря этим преимуществам водовоздушные форсунки лучше подходят для машин непрерывного литья заготовок, которые используют высокие скорости разливки, производят широкий ассортимент марок стали и различные форматы заготовки.

На сегодняшний день блюмовые МНЛЗ разливают заготовки форматом до 1000 мм и, следовательно, к ним предъявляются гораздо более высокие требования чем к машинам, разливающим небольшие форматы.

Новые марки сталей и увеличенные форматы заготовок гораздо более чувствительны к образованию поверхностных трещин и требуют более равномерного охлаждения с пониженным расходом воды.

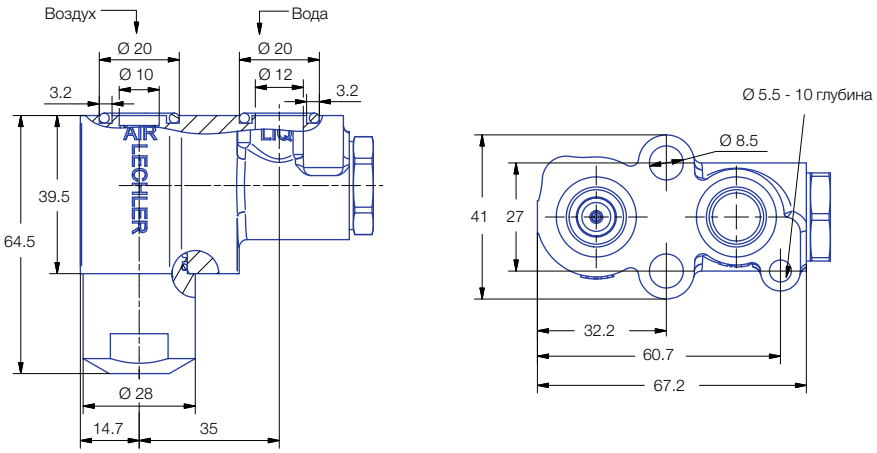
Зона вторичного охлаждения сортовых и блюмовых МНЛЗ обычно состоит из нескольких зон охлаждения, а расположение форсунок зависит от разливаемого формата. Для разливки различных марок сталей в таких условиях форсунки должны работать в широком диапазоне рабочих режимов.

Стандартные водовоздушные форсунки в таких условиях быстро достигают своего предела. Требуемая эффективность охлаждения в первую очередь зависит от расхода воды, регулируемого давлением. Однако в таких форсунках геометрия факела зачастую изменяется при изменении давления.

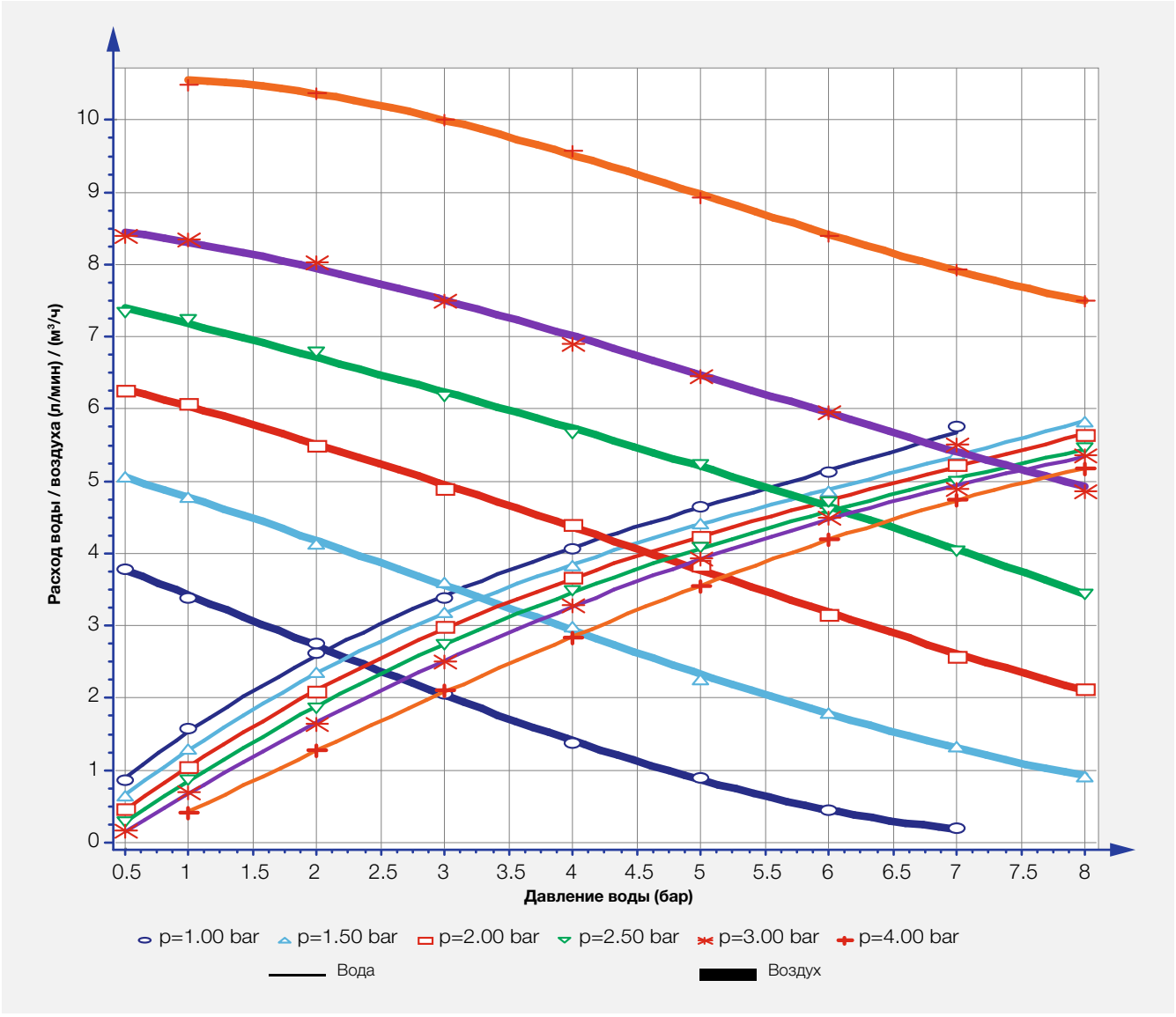
Изменение угла раскрытия приводит к изменению распределения жидкости в ручье и, таким образом, к неравномерному охлаждению.

При разливке блюмов больших форматов это может стать причиной возникновения поверхностных напряжений и трещин в заготовке.

Задача компании Lechler заключалась в разработке форсунки, которая может гарантировать стабильный угол раскрытия во всем диапазоне регулирования и обеспечить, таким образом, равномерное охлаждение при любом режиме работы.



Для просмотра демонстрационного видео отсканируйте QR-код



Расходная диаграмма форсунки **Billtercooler FLEX©**. Диапазон регулирования 1:10 (от 0,5 до 5 л/мин)

Стабильный угол раскрытия

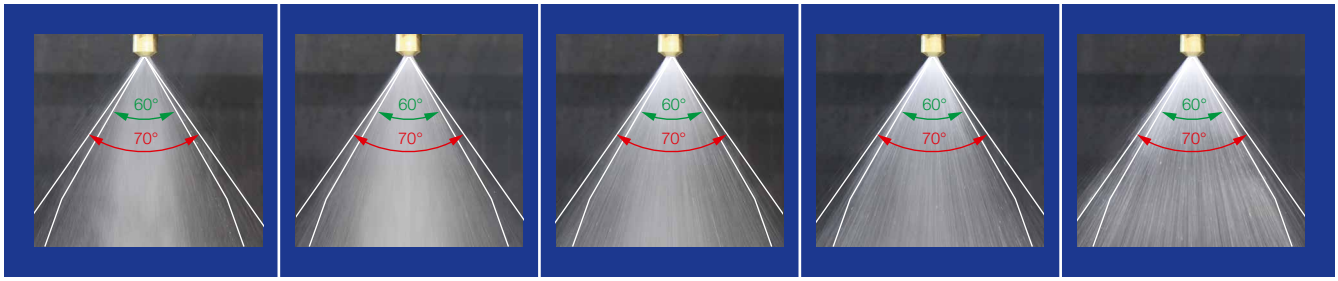
Форсунка **Billetcooler FLEX©** имеет стабильный угол раскрытия во всем диапазоне регулирования.

Доступны три типа форсунок с различным расходом, диапазон регулирования (отношение минимального расхода к максимальному) каждой 1:10.

Форсунки Lechler покрывают потребность большинства сортовых и блюмовых МНЛЗ лишь используя три стандартных типа форсунок.

Уменьшение количества типов форсунок в МНЛЗ облегчает обслуживание и снижает шанс ошибок при плановой замене форсунок.

BILLETCOOLER FLEX



Форсунка с углом раскрытия 60°

Стандартные водовоздушные форсунки

0.5 бар	1 бар	3 бар	5 бар	7 бар

При изменяющемся давлении воды и постоянном давлении воздуха 2 бар, факел форсунок **Billetcooler FLEX©** (сверху) гораздо более стабильный и равномерный, чем у стандартных форсунок (снизу).

Технические характеристики

Угол раскрытия	Номенклатурный номер	Размер форсунки	Мин. расход, л/мин	Макс. расход, л/мин	Наименьшее свободное сечение, мм		Материал		Масса, кг
					Вода	Воздух	Форсунка	Уплотнение	
45°	**1PM.150.30.33**	**0.80**	0.3	3.0	1.40	1.40	Латунь	Viton	0.9
	1PM.150.30.35	**1.25**	0.5	5.0	1.90	1.90	Латунь	Viton	0.9
	1PM.150.30.38	**2.00**	0.8	8.0	2.15	2.15	Латунь	Viton	0.9
60°	**1PM.150.30.03**	**0.80**	0.3	3.0	1.35	1.35	Латунь	Viton	0.9
	1PM.150.30.05	**1.25**	0.5	5.0	1.90	1.90	Латунь	Viton	0.9
	1PM.150.30.08	**2.00**	0.8	8.0	2.20	2.15	Латунь	Viton	0.9
90°	**1PM.150.30.93**	**0.8**	0.3	3.0	1.45	1.45	Латунь	Viton	0.9
	1PM.150.30.95	**1.25**	0.5	5.0	1.9	1.9	Латунь	Viton	0.9

Для подробной технической информации свяжитесь с нами.

Billetcooler Flex® – преимущества

Стабильный угол раскрытия

Billetcooler FLEX® имеет стабильный угол раскрытия во всех рабочих режимах

Отсутствие перегрева или захолаживания заготовки

Универсальное охлаждение

Широкий диапазон регулирования

Оптимальное охлаждение при любых условиях работы

Широкие свободные сечения

Форсунка устойчива к засорению благодаря широким свободным сечения для воды и воздуха.

Высокая эксплуатационная надежность

Взаимозаменяемость

Billetcooler FLEX® возможно установить в МНЛЗ, если в зоне вторичного охлаждения уже используются водовоздушные форсунки

Не требуется модификация коллекторов и прочего оборудования

Пониженное потребление воздуха

Повышение энергоэффективности за счет снижения расхода воздуха по сравнению со стандартными водовоздушными форсунками

Снижение эксплуатационных затрат

Низкий уровень шума

Снижение уровня шума по сравненению со стандартными водовоздушными форсунками до 15 дБ.

Обеспечение охраны труда

Billetcooler FLEX® с овальным факелом

Billetcooler FLEX® с овальным факелом

С помощью нового типа форсунок стало возможно максимально эффективно применять водовоздушное охлаждение в сортовых и блюмовых МНЛЗ. Форсунка обладает диапазоном регулирования 16:1 в сочетании со стабильным углом раскрытия факела (в обоих направлениях) во всем диапазоне регулирования (давление воды 0,4-7 бар, постоянное давление воздуха 2 бар).

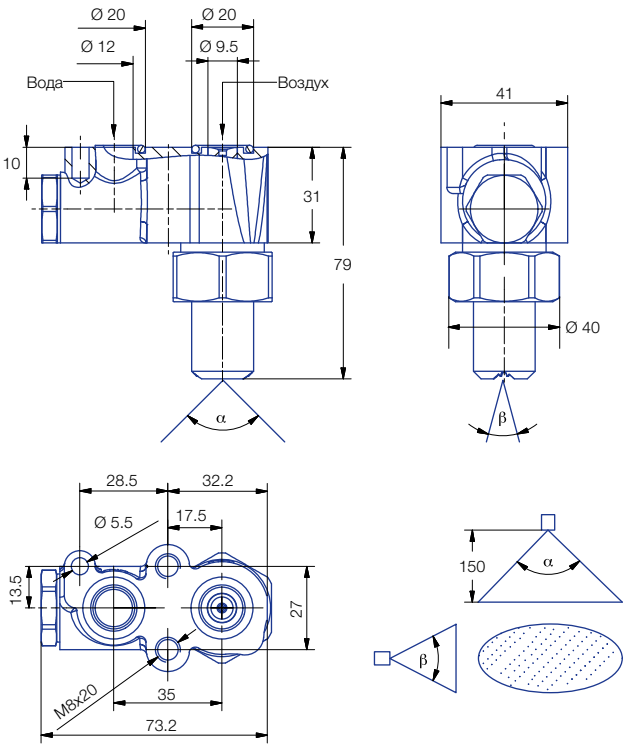
Овальный факел позволяет охлаждать большую поверхность ручья, используя лишь одну форсунку. Очень широкие свободные сечения по сравнению с однофазными форсунками и водовоздушными форсунками конкурентов обеспечивают пониженную засоряемость.

Стандартные водовоздушные форсунки быстро достигают своего предела. Нежелательные изменения геометрии факела приводят к неравномерному охлаждению и, как результат, к поверхностным напряжениям и трещинам.

Billetcooler Flex© с овальным факелом гарантирует стабильный угол раскрытия во всем диапазоне регулирования, обеспечивающий оптимальное охлаждение.

Тип форсунки	Мин./Макс. расход воды, л/мин	Рабочее давление воды, бар	Макс. расход воздуха, м³/ч	Рабочее давление воздуха, бар	Угол раскрытия, °	Наименьшее свободное сечение Вода/Воздух, мм
Billetcooler Flex® с овальным факелом	0.3–5.0	0.4–7	6.2	2	α 90 (шир.) β 60 (глуб.)	1.9/1.9

Для подробной технической информации свяжитесь с нами.



Стабильный угол раскрытия

Billetcooler FLEX® с овальным факелом отличается стабильным углом раскрытия во всем широком диапазоне регулирования 1:16 (мин расход/макс расход воды). Это обеспечивает равномерное охлаждение заготовки при любых условиях работы.

Billetcooler Flex® с овальным факелом

Угол раскрытия факела по длине 90°

Угол раскрытия факела по ширине 60°

0.4 бар	1 бар	3 бар	5 бар	7 бар

BilletCooler FLEX® с овальным факелом – преимущества

Стабильный угол раскрытия

Billetcooler FLEX® с овальным факелом обладает стабильным углом раскрытия во всем диапазоне регулирования

- **Исключено локальное переохлаждение или перегрев ручья**

Широкие свободные сечения

Пониженная засоряемость и простота обслуживания благодаря широким сечениям для воды и воздуха

- **Высокая эксплуатационная надежность**

Пониженное потребление воздуха

Благодаря новой конструкции, форсунка потребляет меньше сжатого воздуха и тем самым помогает повысить энергоэффективность процесса.

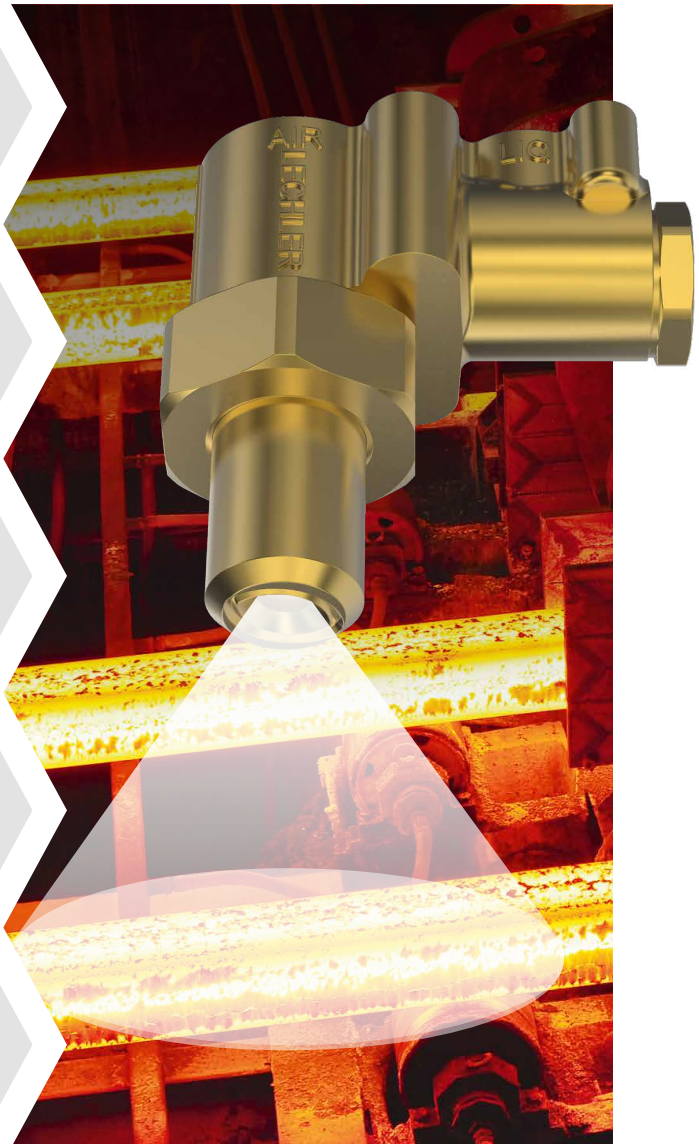
- **Энергоэффективность**

Широкий диапазон регулирования

- **Процесс: надежность работы при всего одном типе форсунок на все зоны охлаждения**
- **Обслуживание: упрощение ремонта и замены форсунок при использовании лишь одного типа**

Совместимость

Совместимость с ранними моделями форсунок Lechler. Модификация коллекторов не требуется.



Billetcooler с овальным факелом

Водовоздушные форсунки Billetcooler

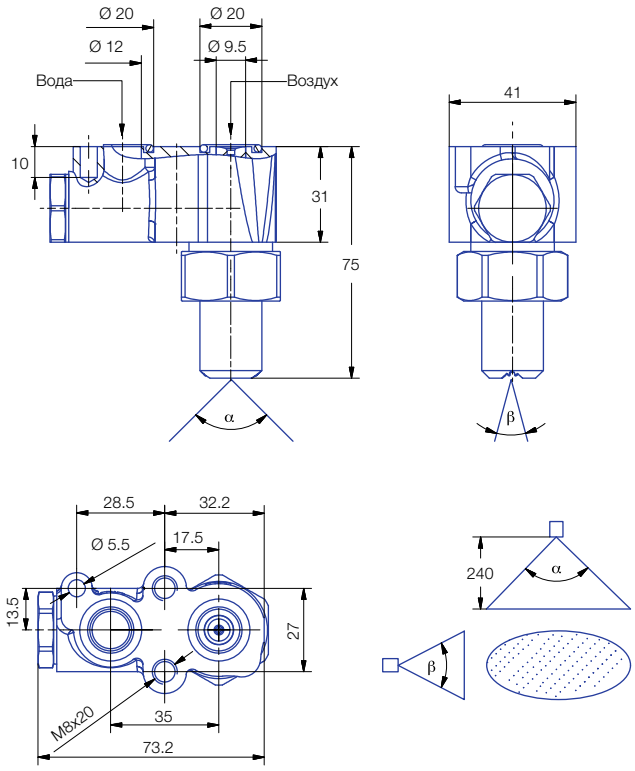
Данные форсунки позволяют эффективно использовать водовоздушное охлаждение в сортовых и блюмовых МНЛЗ. Стандартный диапазон регулирования составляет 10:1 при давлении воды от 0,5 до 7 бар и при постоянном давлении воздуха 2 бар, что создает широкий диапазон интенсивности охлаждения. Овальный факел обеспечивает возможность охлаждать большую площадь ручья с помощью лишь одной форсунки, увеличивая, таким образом, эффективность охлаждения.

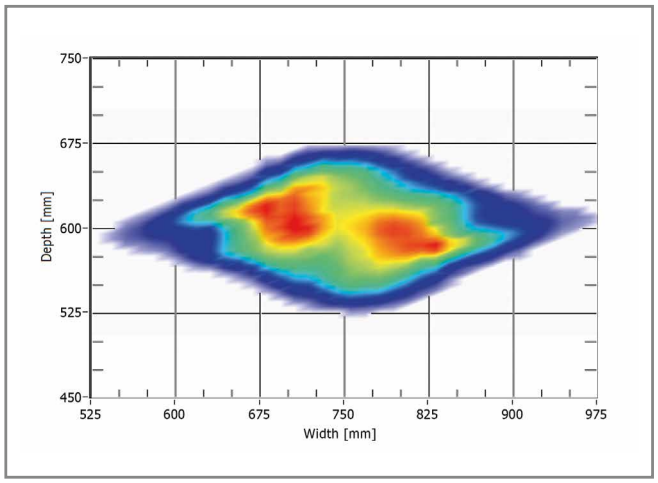
Доступны различные углы раскрытия для соответствия конкретным требованиям каждого типа МНЛЗ.

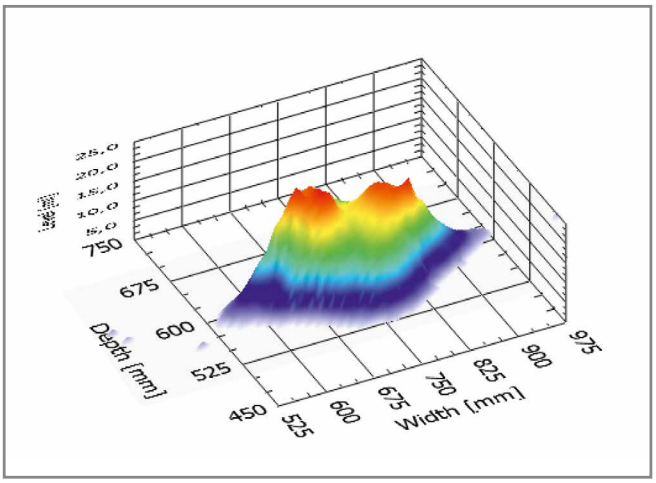
Форсунки имеют широкие свободные сечения по сравнению с однофазными форсунками и форсунками конкурентов, благодаря этому снижается засоряемость форсунок. Рабочий диапазон расходов форсунок составляет от 0,4 до 12,4 л/мин.

Тип форсунки	Макс. расход, л/мин	Рабочее давление, бар	Макс. расход воздуха, м³/ч	Рабочее давление воздуха, бар	Угол раскрытия, °
Billetcooler с овальным факелом	12.4	0.5–7	12.2	1–4	60/90 ° (шир.) 30/45 ° (глуб.)

Для подробной технической информации свяжитесь с нами.







Распределение жидкости Billetcooler с овальным факелом

Преимущества

- Широкий диапазон регулирования 10:1 (до 14:1) позволяет расширить разливаемый сортамент и дает возможность уменьшить количество типов форсунок, используемых в машине.
- Потребление воздуха снижено до 40%, что снижает эксплуатационные расходы
- Высокий коэффициент теплопередачи для высокой скорости разливки
- Широкие свободные сечение предотвращают засорение
- Форсунки используются в большинстве блюмовых МНЛЗ по всему миру.
- Снижение расходов на обслуживание

Billetcooler с коническим факелом

Водовоздушные форсунки Billetcooler

Данные форсунки позволяют эффективно применять водовоздушное охлаждение в МНЛЗ для круглых заготовок. Стандартный диапазон регулирования составляет 10:1 при давлении воды от 0,5 до 7 бар и постоянном давлении воздуха 2 бар. Это создает широкий диапазон интенсивности охлаждения.

Форсунка распределяет жидкость ближе к краям конического факела и позволяет избегать переохлаждения зоны ручья, расположенной под форсункой. Такой тип распределения жидкости в факеле часто применяется на МНЛЗ, отливающих круглые заготовки. Доступны различные углы раскрытия для соответствия конкретным требованиям каждого типа МНЛЗ.

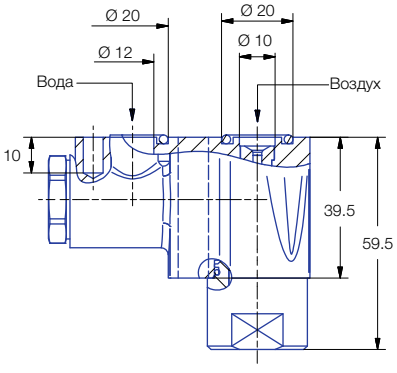
Форсунки имеют широкие свободные сечения по сравнению с однофазными форсунками и форсунками конкурентов, благодаря этому снижается засоряемость форсунок. Рабочий диапазон расходов форсунок составляет от 0,4 до 8 л/мин.

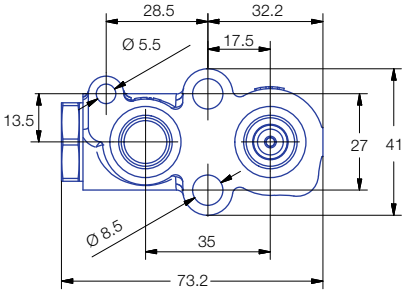
Тип форсунки	Макс. расход, л/мин	Рабочее давление, бар	Макс. расход воздуха, м³/ч	Рабочее давление воздуха, бар	Угол раскрытия, °
Billetcooler с коническим факелом	8	0.5–7	8.8	1–4	45°/60°/90°

Для подробной технической информации свяжитесь с нами.

Преимущества

- Широкий диапазон регулирования 10:1 (до 14:1) позволяет расширить разливаемый сортамент и дает возможность уменьшить количество типов форсунок, используемых в машине.
- Потребление воздуха снижено до 40%, что снижает эксплуатационные расходы
- Высокий коэффициент теплопередачи для высокой скорости разливки
- Широкие свободные сечение предотвращают засорение
- Форсунки используются во множестве МНЛЗ по всему миру.
- Снижение расходов на обслуживание





19

Специальная прокладка с фильтром для форсунок Billetcooler

Специальная прокладка

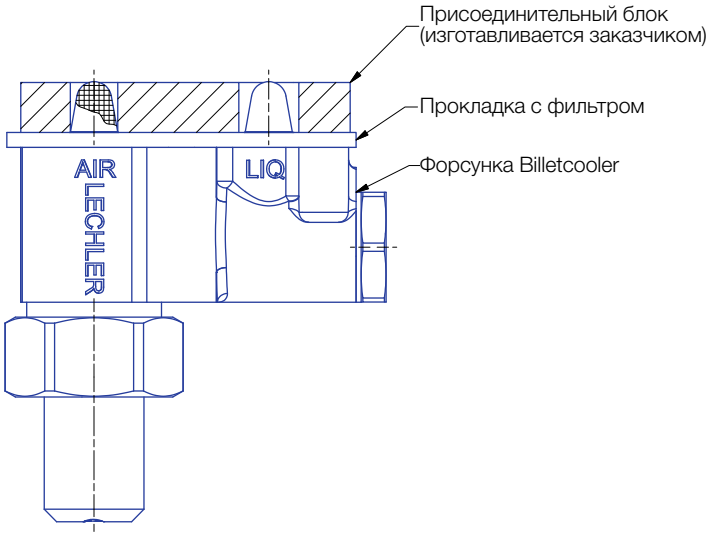
В отличие от слябовых МНЛЗ, блок водовоздушной форсунки в сортовых и блюмовых МНЛЗ может подвергаться воздействию высоких температур, поскольку форсунки устанавливаются в непосредственной близости от ручья. Если технологией разливки предусмотрен простой форсунок при работающем ручье и отсутствие распыления, то следует заменить стандартные уплотнительные кольца из материала Viton на специальную прокладку, устойчивую к высоким температурам.

Прокладка с фильтром

В сочетании с прокладкой возможно также использование фильтрующих элементов, предотвращающих засорение форсунки. Твердые частицы, попадающие в форсунку из загрязненной технической воды или сжатого воздуха, будут отфильтровываться. Тем не менее, по-прежнему необходимо обеспечивать требуемый уровень фильтрации, чтобы обеспечить бесперебойное охлаждение и высокое качество заготовки.

Наименование	Номенклатурный номер	Материал	Размер сетки
Прокладка	1PM.021.L1.20.09.0	Novaphit SSTC	–
Прокладка с фильтром	1PM.021.L1.20.80.0	Novaphit SSTC/304 L	–
Фильтр без прокладки	095.016.1D.15.46.0	304 L	280 микрон (55 Mesh)

Прокладка и фильтры подходят к любым стандартным типам форсунок Billetcooler



SLABCOOLER® ECO – качество и энергосбережение

Энергоэффективность для слябовых МНЛЗ

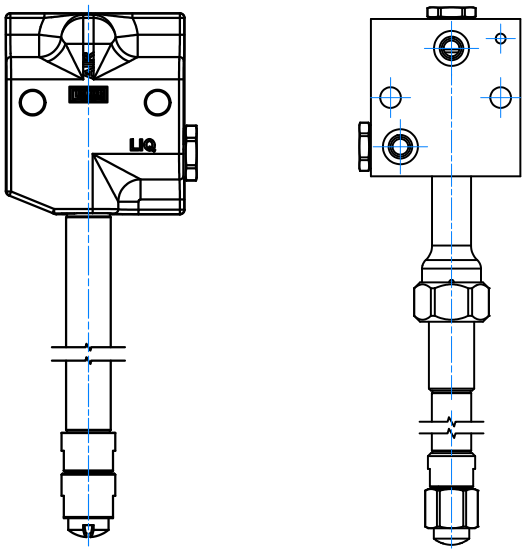
Потребление сжатого воздуха является одной из главных статей расходов при эксплуатации водовоздушного охлаждения слябовых МНЛЗ. При использовании водовоздушных форсунок потребление воздуха очень высокое, особенно при низкой скорости разливки и низком расходе воды. С целью снизить потребление воздуха Lechler разработал форсунки Slabcooler уже для первого поколения машин для разливки тонких слябов, в то время как форсунки Lechler Mastercooler в основном применялись для разливки слябов стандартной толщины.

Новая водовоздушная форсунка Lechler Slabcooler© Eco вывела концепт энергосберегающей технологии на новый уровень для соответствия постоянно повышающимся требованиям к энергоэффективности слябовых МНЛЗ. Форсунка обладает эквивалентной эффективностью охлаждения и в то же время значительно пониженным расходом воздуха по сравнению с форсунками Mastercooler с аналогичной пропускной способностью.

Измерения коэффициента теплопередачи, проведенные в Горном Университете Леобена, подтвердили практически идентичный теплосъем с помощью нового типа форсунок. Кроме того, диапазон регулирования был дополнительно расширен.

Основываясь на этих результатах, можно заявить, что переоборудование слябовой МНЛЗ на форсунки Slabcooler© Eco позволит повлиять на производительность МНЛЗ благодаря расширенному диапазону регулирования, а также снизить потребление сжатого воздуха зоной вторичного охлаждения до 30%.

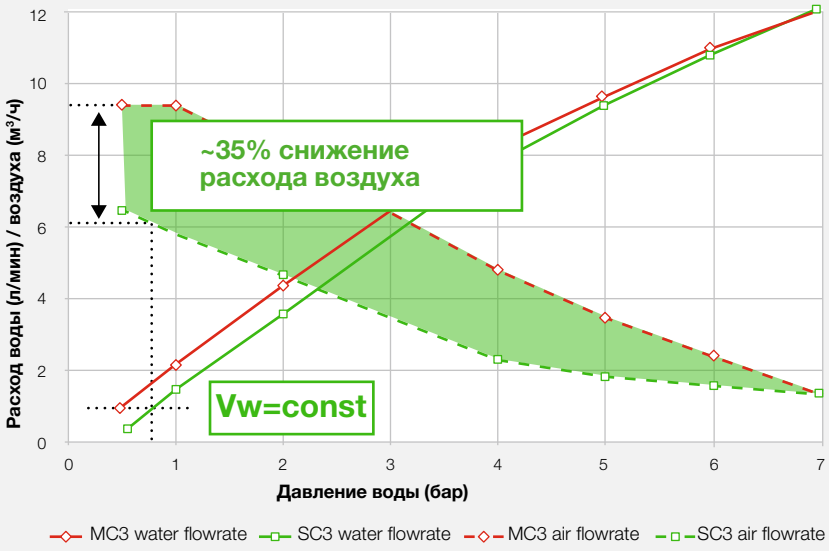
Сегмент МНЛЗ, в котором уже установлены форсунки Mastercooler (или эквиваленты) может быть легко переведен на использование Slabcooler© Eco при возможной незначительной модификации трубной обвязки.



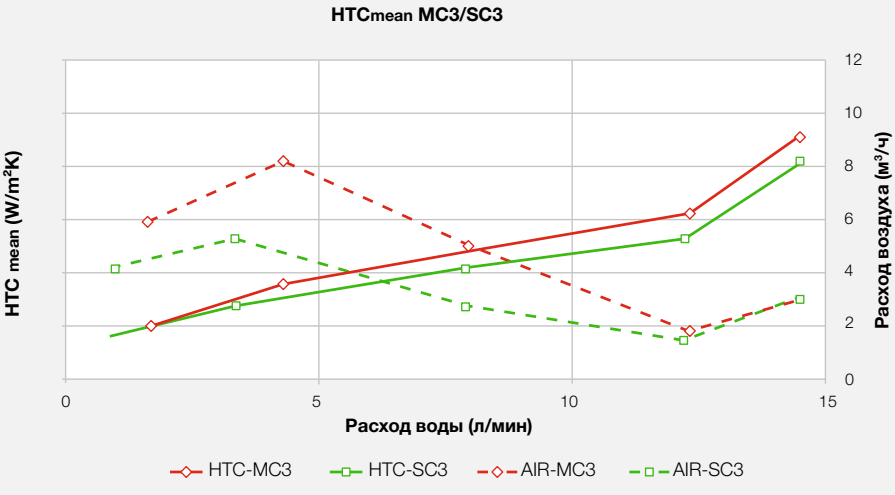
Энергосберегающий потенциал каждой МНЛЗ зависит от ее конструкции и размера и, прежде всего, от текущего потребления воздуха. Например, для двухручьевой слябовой МНЛЗ максимально возможный расход воздуха составляет 16000 м³/ч (8000 м³/ч на ручей). Средний расход принимается за 50% от максимального (4000 м³/ч на ручей), время работы машины принимается за 20 ч в сутки, 300 дней в году. В результате при снижении расхода воздуха на 30%, средний расход уменьшится на 1,44 млн. м³/год (реально возможное снижение расхода воздуха зависит от конструкции конкретной машины и форсунок в ней и должно быть изучено индивидуально при проработке задания). Ожидаемый срок окупаемости установки новых форсунок – менее 12 месяцев.

MC 3 SC 3

Mastercooler (MC 3) и Slabcooler® ECO (SC 3) потребление воздуха



Mastercooler (MC 3) и Slabcooler® ECO (SC 3) коэффициент теплопередачи и потребление воздуха



SLABCOOLER® ECO – преимущества

Снижение потребления воздуха

- Снижение потребления энергии
- Снижение эксплуатационных затрат
- Снижение выбросов CO_2
- Шаг на пути к «зеленой» металлургии

Быстрая окупаемость

- Менее 1 года

Взаимозаменяемость

- Не требуется значительная модификация трубной обвязки сегмента
- Замена форсунок во время ППР сегмента

Проверенный временем концепт

- Высокая надежность и качество

Slabcooler® ECO = Энергосбережение

Форсунки Lechler Slabcooler© Eco позволяют не только снизить энергопотребление за счет снижения расхода воздуха. Они также позволяют значительно снизить выбросы CO_2 в атмосферу, а также снизить эксплуатационные расходы на систему подачи воздуха. Так как при замене форсунок на Slabcooler© Eco не требуется значительное изменение конструкции сегмента – процесс не требует больших трат времени и не сопровождается риском.

Расчет окупаемости проекта на примере двухручьевой слябовой МНЛЗ

Параметр	Стандартная водовоздушная форсунка	Slabcooler® ECO	Комментарии
Потребление воздуха на ручей	4,000 м²/ч	2,800 м³/ч	(30 % снижение расхода)
Время работы	20 ч/день & 300 дней/год	20 ч/день & 300 дней/год	-
Стоимость сжатого воздуха	0.01 $ за 1м³/ч	0.01 $ за 1м³/ч	-
Годовые затраты на ручей	240,000 $	168,000 $	-
Годовые затраты на 2 ручья	480,000 $	336,000 $	-
Годовая экономия	-	144,000 $	-
Инвестиции	-	120,000 $	Форсунки, монтаж
Окупаемость	-	0,83 года = 10 мес < 1 года!	-

Mastercooler SMART

Водовоздушные форсунки

Mastercooler SMART – это современный тип плоскофакельных водовоздушных форсунок, сочетающих высокую эффективность охлаждения с широким диапазоном регулирования, индивидуально спроектированным углом раскрытия и способом монтажа. Форсунки Mastercooler SMART имеют диапазон расхода от 0,3 до 70 л/мин.

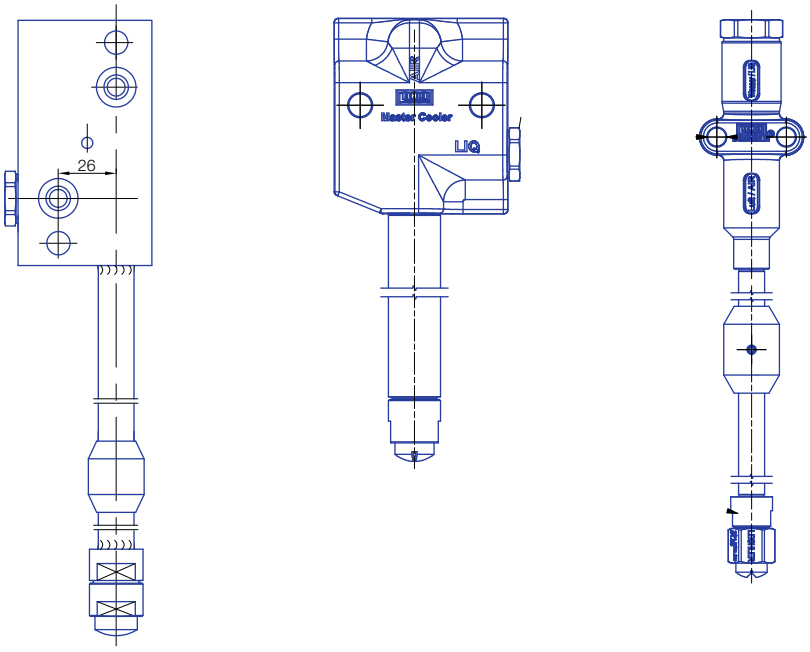
Смесительный блок форсунки закрепляется болтами на адаптере, поэтому дополнительная трубная обвязка не требуется. Все форсунки устанавливаются за пределами рамы, на задней стороне сегмента, в позиции распыления находится лишь мундштук и штанга, что обеспечивает дополнительную жесткость конструкции и коллекторам.

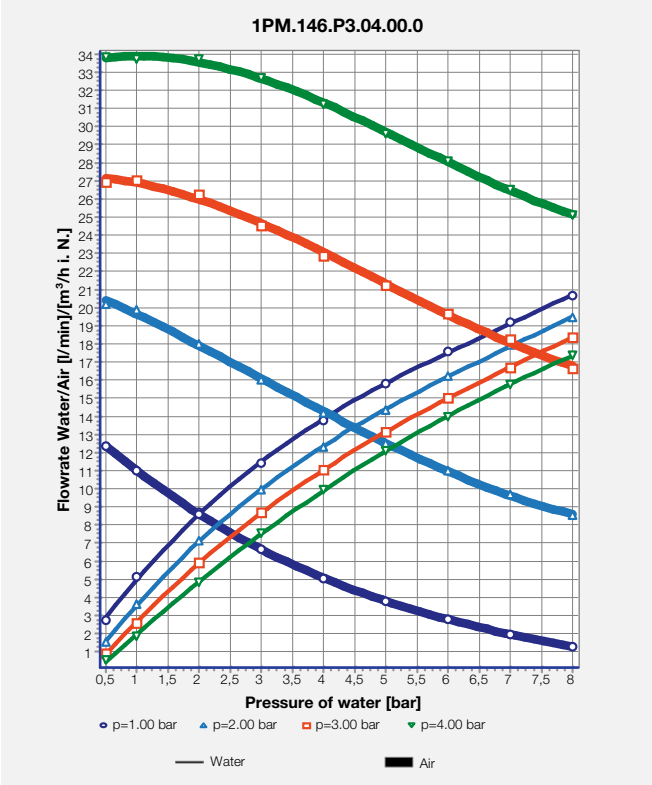
Технология Mastercooler SMART подходит для всех типов слябовых МНЛЗ, поскольку конструкцию (геометрию форсунки и конструкцию соединения) можно адаптировать к конкретным требованиям. Параметры форсунки, такие как расходная характеристика, угол раскрытия, длина и геометрия штанги, геометрия смесительного блока подбираются индивидуально, в соответствии с требованиями конкретного проекта.

Производится точная настройка параметров форсунок для обеспечения равномерного распределения жидкости по всей ширине сляба и длине ручья при заданных значения шага и высоте установки форсунок в сегменте. При конструировании форсунок все расчеты и измерения проводятся для нескольких форсунок в работе для соответствия реальным условиям в сегменте. Только таким образом форсунки могут обеспечить равномерное охлаждение, удовлетворяющее требованиям технологии разливки.

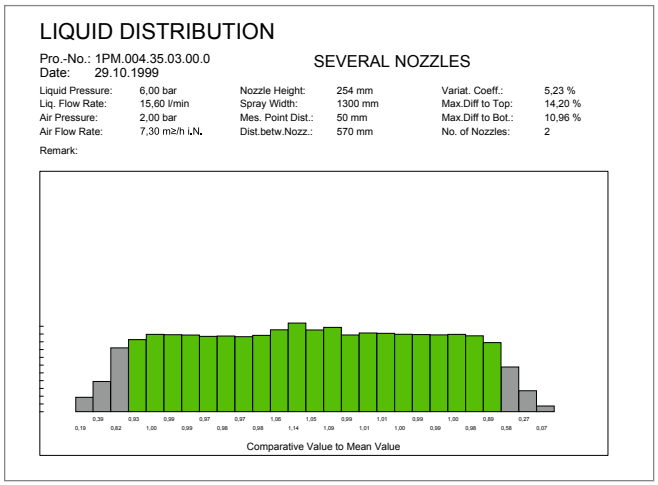
Тип форсунки	Макс. расход, л/мин	Рабочее давление, бар	Макс. расход воздуха, м³/ч	Рабочее давление воздуха, бар	Угол раскрытия, °
Mastercooler SMART	70	0.5–10	70	1–4	30–130

Для подробной технической информации свяжитесь с нами.

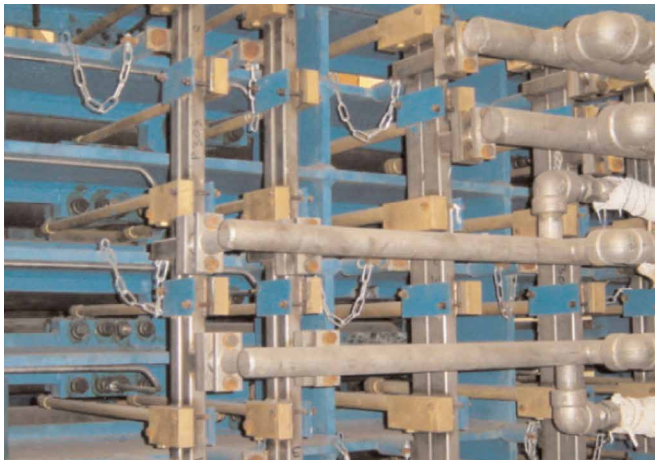




Расходная диаграмма форсунки Mastercooler SMART



Распределение жидкости двух форсунок Mastercooler SMART в работе



Сегмент слябовой МНЛЗ с форсунками Mastercooler SMART

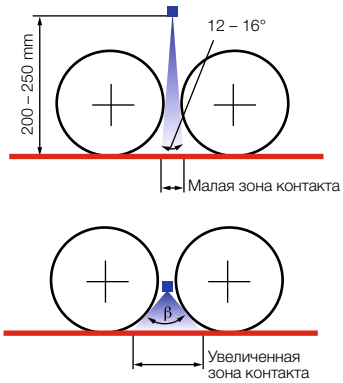
Горизонтальный сегмент слябовой МНЛЗ с форсунками Mastercooler SMART

Mastercooler HARD HARD COOLING®

Hard Hard Cooling® (HHC)

Для разливки низкоуглеродистых сталей при постоянном увеличении скорости разливки и для сохранения возможности разливки более ответственных марок стали требуется расширенный контроль и производительность вторичного охлаждения и, соответственно, широкий диапазон регулирования. Для устранения вспучивания корочки сляба при увеличенных скоростях разливки требуется уменьшение межроликовых интервалов и увеличение интенсивности вторичного охлаждения. Последнее может стать причиной недопустимых колебаний температуры поверхности сляба при использовании стандартной конструкции форсунки. Форсунки Mastercooler HHC покрывают диапазон расходов от 1,8 до 49 л/мин.

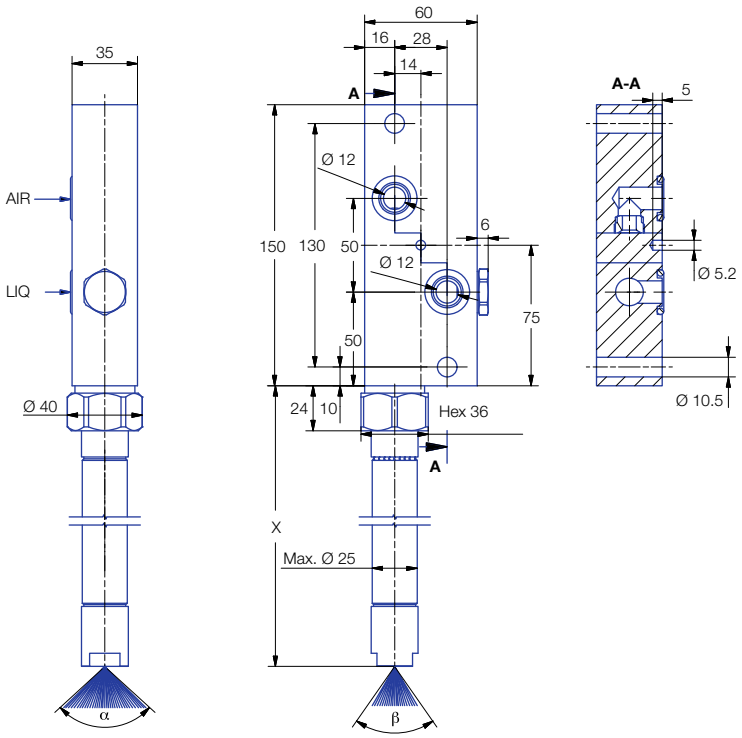
Технология Hard Hard Cooling (HHC) является единственным способом решения этих проблем. С ее помощью на поверхность сляба распыляется большой объем воды. В верхних зонах температура поверхности понижается до 700 °C, при этом колебания температуры на поверхности остаются в допустимых пределах. Для этого способа требуются форсунки специальной конструкции и особый способ их размещения в верхних зонах охлаждения.



Зона контакта факела стандартной водовоздушной форсунки (сверху) и форсунки HHC (снизу)

Тип форсунки	Макс. расход, л/мин	Рабочее давление, бар	Макс. расход воздуха, м³/ч	Рабочее давление воздуха, бар	Угол раскрытия, °
Mastercooler HHC	49	0.5–10	0.5–44	1–4	90–125° шир. 20–75° глуб.

Для подробной технической информации свяжитесь с нами.



Водовоздушная форсунка Mastercooler Hard Hard Cooling

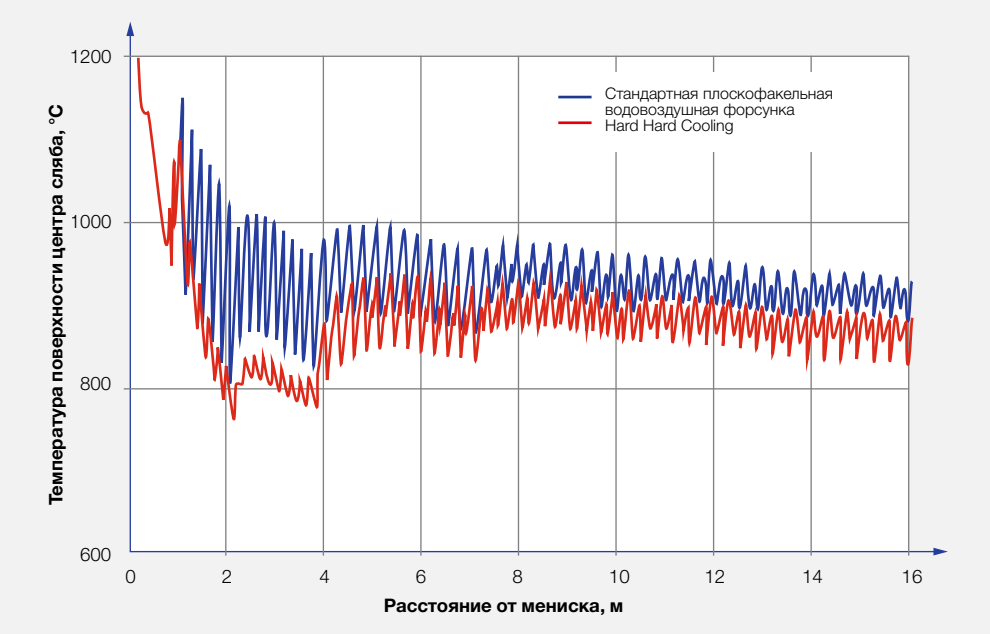
Малый угол распыла обычных форсунок, который также называют углом глубины распыла, находится в диапазоне от 12° до 16° для стандартных углов раскрытия от 60° до 120°. В верхних зонах охлаждения высота распыления составляет от 160 мм до 300 мм. Поверхность сляба в зоне между контактом с роликом и распыляемой водой остается без охлаждения и в межроликовом интервале могут возникать значительные колебания температуры.

Дефекты слябов, возникающие при вторичном охлаждении можно сократить или не допустить их возникновения, уменьшив колебания температуры поверхности. Охлаждение HHC - это технология, разработанная для устранения таких проблем, а также межроликового вспучивания корочки.

Технология охлаждения HHC требует, чтобы температура поверхности ручья была быстро снижена примерно до 700 °C или менее в первой зоне охлаждения после кристаллизатора, затем эта температура поддерживается на протяжении всей зоны кристаллизации в ручье.

Для обеспечения необходимого профиля температуры требуется большая интенсивность охлаждения, обеспечиваемая большим расходом воды. Когда этот расход подается через обычные плоскофакельные форсунки, возникают сильные циклические колебания температуры на поверхности сляба.

Такие циклические колебания в верхних зонах охлаждения МНЛЗ могут привести к значительным температурным напряжениям заготовки, что может стать причиной появления как внутренних, так и поверхностных дефектов.



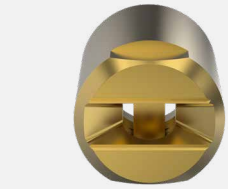
Профиль интенсивности охлаждения при использовании стандартных водовоздушных форсунок и форсунок HHC

Для уменьшения колебаний температуры на поверхности до приемлемых значений, при одновременном необходимом теплоотводе с поверхности сляба, требуется чтобы глубина факела форсунки максимальна в межроликовом интервале. Это достигается при использовании новой концепции конструкции форсунки Lechler “Hard-Hard”.

Основное отличие между обычными плоскофакельными форсунками и новой концепцией “Hard-Hard” касается температуры поверхности и проявляется в уменьшении температурных колебаний на поверхности в зоне 1. Кроме того охлаждающие форсунки “Hard-Hard” используют меньшее количество воды для обеспечения требуемого охлаждения, благодаря увеличенной глубине факела, который создает увеличенную зону контакта на поверхности сляба.

При низких температурах поверхности, возникающих при охлаждении „Hard-Hard“, потеря охлаждения из-за засорения форсунок приведет к сильному локальному перегреву поверхности сляба. Такой перегрев может стать причиной высоких локальных термических напряжений и возможных дефектов. Охлаждение водовоздушными форсунками “Hard-Hard” имеет преимущество в виде незасоряющегося сопла форсунки, что обеспечивает высочайшую надежность и сокращение объема технического обслуживания.

Водовоздушные форсунки Hard-Hard устанавливаются с помощью надежного способа монтажа Lechler MasterCooler SMART, ставшего стандартом в металлургии.



Сопло форсунки HHC

Hard Hard Cooling – это повышение качества слябов и производительности, благодаря:

- Пониженная температура ручья в верхней части машины
- Снижение выпучивания коробки и нестабильности уровня металла в кристаллизаторе
- Снижение уровня колебания температуры поверхности сляба
- Повышенное качество и производительность
- Позиционирование сопла в межроликовом интервале
- Стандартный монтаж форсунки Lechler MasterCooler SMART

Трубная обвязка сегментов слябовой МНЛЗ

Крепление Mastercooler SMART

По причине внутреннего смешивания водовоздушные форсунки требуют раздельного подвода воды и сжатого воздуха. Трубная обвязка сегмента с квадратными трубами для воды и воздуха стала стандартом отрасли. Смесительный блок форсунки крепится болтами к адаптеру на коллекторе.

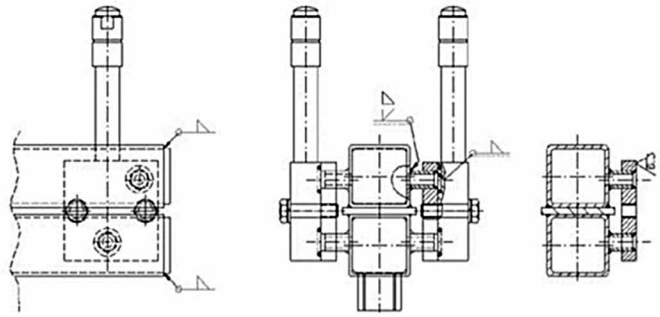
Водовоздушные форсунки слябовой МНЛЗ

Форсунки, размещенные в шахматном порядке в межроликовых интервалах в одном сегменте, могут быть запитаны от одного коллектора. Размещение форсунок в шахматном порядке - один из способов достичь равномерного распределения жидкости по всей ширине сляба с целью устранения поверхностных дефектов и трещин.

Шланги для подачи жидкости малого диаметра не применяются в трубной обвязке. Все форсунки устанавливаются за пределами рамы на задней стороне сегмента, сопло устанавливается в рабочей позиции с помощью штанги. Результатом этого становится жесткая конструкция коллектора и фиксированное положение форсунки. Появляется возможность осуществлять подачу воды без использования шлангов.

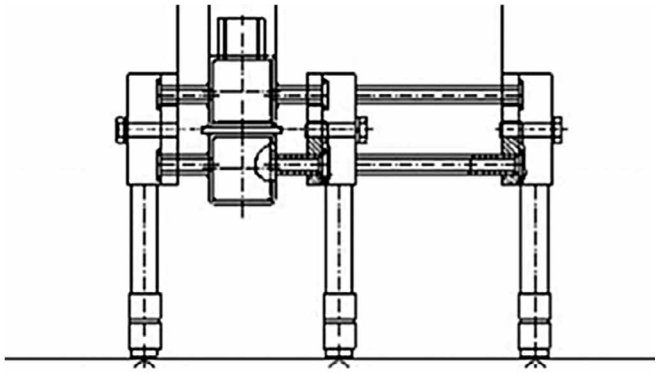
Для обеспечения одинаковой длину форсунок в одном сегменте, форсунки крепятся к адаптерам переменной длины для компенсации радиуса изгиба.

Размещать форсунки в шахматном порядке в промежутках между валками в одном сегменте становится гораздо проще, поскольку расположенные в разных местах форсунки могут обслуживаться с помощью одного коллектора магистральной трубы. Размещение форсунок в шахматном порядке – это один из способов выравнивания распределения воды вдоль ручья в продольном направлении с целью устранения поверхностных дефектов и трещин.

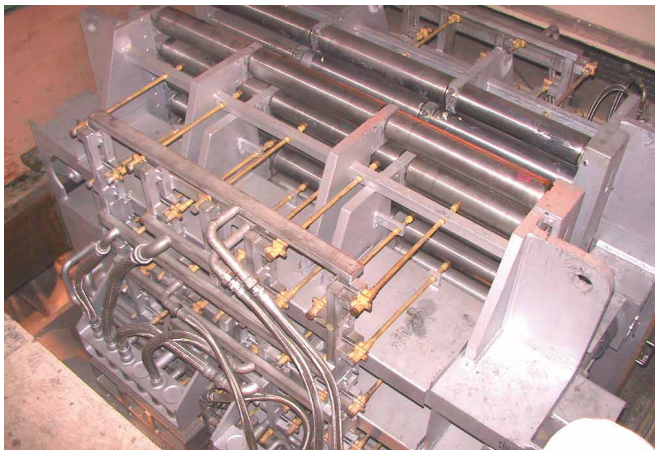


Монтаж водовоздушных форсунок на коллекторе

Крепление водовоздушной форсунки к адаптеру



Расположение форсунок в шахматном порядке



Пример расположения форсунок Mastercooler SMART в шахматном порядке в сегменте

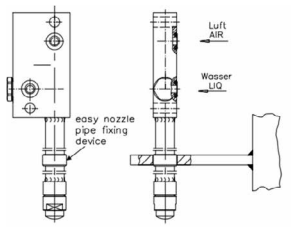
Особенности конструкции форсунок

Особенности сопла

Сопла водовоздушных форсунок Lechler оснащены стандартным креплением с двумя штифтами, которое обеспечивает правильное положение сопла и, следовательно, правильное направление и плоскость распыления. Тем не менее, в некоторых случаях на штанге форсунки имеется четыре отверстия для штифтов сопла, поэтому сопло можно повернуть на 90°. В таком случае необходимо проверять направление распыления сопла и не менять его во время сборки форсунок и коллекторов.

Крепление штанги

Для установки форсунки может быть использована втулка, которая монтируется на штанге подвижно или в фиксированном положении. Эта втулка удерживает распылительную трубу на месте, не допуская ее перекоса.



Крепление штанги

Смесительный блок

Важно, чтобы монтажная поверхность смесительного блока оставалось чистой и не имела повреждений для обеспечения плотного соединения без протечек. Каждый раз после извлечения форсунки из сегмента и ее повторной установки необходимо использовать новые О-Ринги. Также важно, чтобы заглушки плотно закрывались, а медное уплотнение не имело повреждений.

Съемная штанга

При использовании форсунок со штангой длиной более 300 мм рекомендуется устанавливать форсунки со съемной штангой, позволяющей снять штангу и сопло, не производя демонтаж смесительного блока с коллектора сегмента. Такая опция особенно актуальна для верхних сегментов, находящихся рядом с кристаллизатором. В случае прорыва замене подлежит только штанга и сопло, а смесительный блок может быть использован далее.

Смесительный блок форсунки Mastercooler

Особенности:
- В случае прорыва заменить только штангу
- Дополнительная жесткость конструкции
- Надежность

Преимущества:
- Снижение затрат на обслуживание
- Надежность процесса

Форсунка Mastercooler со съемной штангой

Плоскофакельные форсунки с соединением «ласточкин хвост»
Серия 660

Серия 660

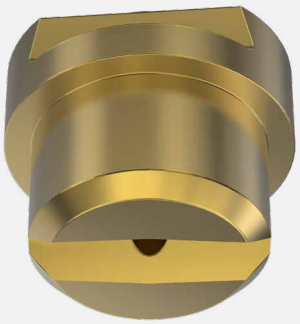
Монтаж с помощью накидной гайки. Соединение «ласточкин хвост» обеспечивает правильное расположение форсунки и факела для гарантированного оптимального охлаждения поверхности ручья и простоты технического обслуживания. Стандартное исполнение с параболическим распределением жидкости.

Применение:
Охлаждение опорных роликов и узкой стороны в слябовых МНЛЗ.
Слябовые МНЛЗ с однофазным охлаждением для разливки нержавеющей стали.

- Угол разворота форсунки 5°
- Доступна спецверсия с углом разворота 0° (660.XXX.XX.74)

Доступна спецверсия с прямоугольным распределением жидкости (660.XXX.XX.90)

Также доступна спецверсия без угла разворота и прямоугольным распределением жидкости (660.XXX.XX.96).



Спецверсии форсунок:

Тип + Материал + Спецномер

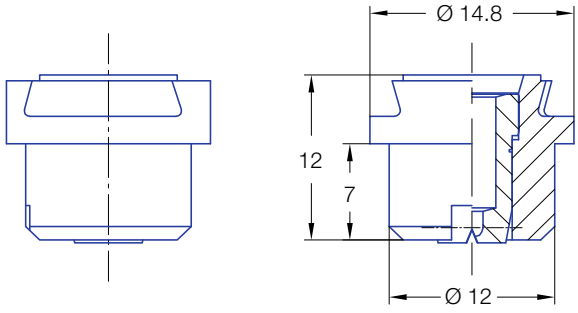
Спецномер:

00 = стандартная форсунка

74 = форсунка без угла разворота, факел параллелен ласточкиному хвосту

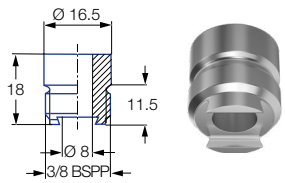
90 = прямоугольное распределение жидкости

96 = факел параллелен ласточкиному хвосту + прямоугольное распределение жидкости

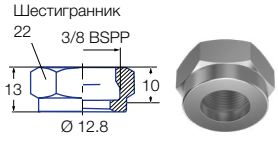


Угол разворота форсунки 5°

Принадлежности

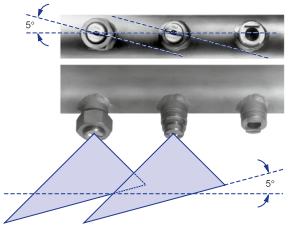


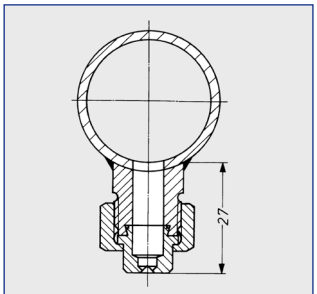
Масса 21 г
Ниппель:
066.011.17 (316Ti нерж. сталь)



Масса 25 г

Накидная гайка:
065.200.16 (303 нерж. сталь)
065.200.17 (316Ti нерж. сталь)
065.200.5E (ПВДФ)





Формула расчета расхода: $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$

Угол раскрытия	Номенклатурный номер				A Ø [мм]	E Ø [мм]	$\dot{V}$ [л/мин]					
	Тип	Материал					p [бар]					
		16 303 нерж. сталь	17[1] 316Ti нерж. сталь/ 316L нерж. сталь	30 Латунь			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	10.0
45°	**660.403**	○	○	○	1.20	0.90	0.50*	0.71	1.00	1.23	1.58	2.24
	660.483	○	○	○	1.50	1.10	0.80*	1.13	1.60	1.96	2.53	3.58
	660.563	○	○	○	2.00	1.40	1.25	1.76	2.50	3.06	3.95	5.59
	660.643	○	○	○	2.50	1.80	2.00	2.83	4.00	4.90	6.33	8.94
60°	**660.404**	○	○	○	1.20	0.80	0.50*	0.71	1.00	1.23	1.58	2.24
	660.444	○	○	○	1.35	0.90	0.62*	0.88	1.25	1.53	1.98	2.80
	660.484	○	○	○	1.50	1.00	0.80*	1.13	1.60	1.96	2.53	3.58
	660.514	○	○	○	1.65	1.10	0.95*	1.34	1.90	2.33	3.00	4.25
	660.564	○	○	○	2.00	1.30	1.25	1.77	2.50	3.06	3.95	5.59
	660.604	○	○	○	2.20	1.50	1.58	2.23	3.15	3.86	4.98	7.04
	660.644	○	○	○	2.50	1.60	2.00	2.83	4.00	4.90	6.33	8.94
	660.724	○	○	○	3.00	2.10	3.15	4.46	6.30	7.72	9.96	14.09
	660.804	○	-	○	4.00	2.60	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36
90°	**660.446**	○	○	○	1.35	0.80	0.62*	0.88	1.25	1.53	1.98	2.80
	660.486	○	○	○	1.50	0.80	0.80*	1.13	1.60	1.96	2.53	3.58
	660.516	○	○	○	1.65	0.90	0.95*	1.34	1.90	2.33	3.00	4.25
	660.566	○	○	○	2.00	1.10	1.25	1.76	2.50	3.06	3.95	5.59
	660.606	○	○	○	2.20	1.20	1.58	2.23	3.15	3.86	4.98	7.04
	660.646	○	○	○	2.50	1.30	2.00	2.83	4.00	4.90	6.33	8.94
	660.676	○	○	○	2.70	1.40	2.38	3.36	4.75	5.82	7.51	10.62
	660.726	○	○	○	3.00	1.70	3.15	4.46	6.30	7.72	9.96	14.09
	660.806	-	○	○	4.00	2.40	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36
120°	**660.517**	○	○	○	1.65	0.90	0.95*	1.34	1.90	2.33	3.00	4.25
	660.567	○	○	○	2.00	0.90	1.25	1.77	2.50	3.06	3.95	5.59
	660.607	○	○	○	2.20	1.10	1.58	2.23	3.15	3.86	4.98	7.04
	660.647	○	○	○	2.50	1.30	2.00	2.83	4.00	4.90	6.33	8.94
	660.727	○	○	○	3.00	1.60	3.15	4.46	6.30	7.72	9.96	14.09
	660.807	○	-	○	4.00	2.00	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36

[1] При заказе материала 17 возможна поставка нерж. стали 316Ti либо 316L.
A = диаметр выходного отверстия · E = наиболее узкое проходное сечение
* Имеются отклонения в геометрии факела

Пример заказа:	**Тип**	+	**Материал**	=	**Номер**
	660.404	+	**16**	=	**660.404.16**

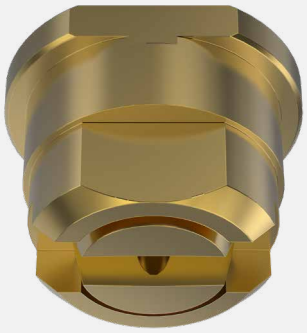
Формула расчета расхода: $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$

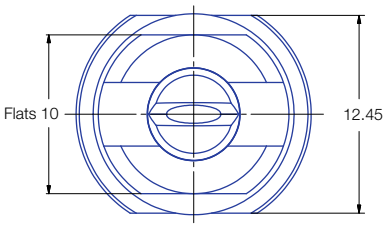
Плоскофакельные форсунки с двумя параллельными гранями
Серия 6M2

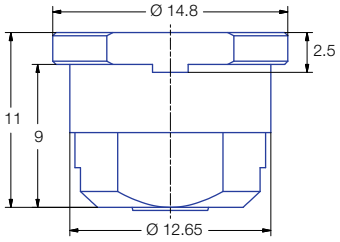
Серия 6M2

Монтаж с помощью накидной гайки. Соединение обеспечивает правильное расположение форсунки и факела для гарантированного оптимального охлаждения поверхности ручья и простоты технического обслуживания. Стандартное исполнение с параболическим распределением жидкости.

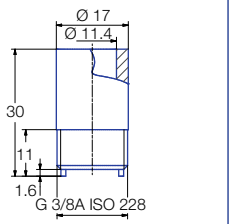
Применение:
Охлаждение опорных роликов и узкой стороны в слябовых МНЛЗ.
Слябовые МНЛЗ с однофазным охлаждением для разливки нержавеющей стали.



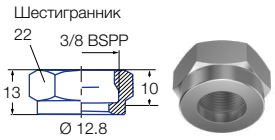




Принадлежности



Ниппель:
06M.210.17.00.00 (AISI 316Ti)



Масса 25 г

Накидная гайка: **065.200.16** (AISI 303)
065.200.17 (AISI 316Ti)
065.200.30 (Латунь)

Формула расчета расхода: $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$

Угол раскрытия	Номенклатурный номер				A Ø [мм]	E Ø [мм]	V̇ [л/мин]					
	Тип	Материал					p [бар]					
		16 303 нерж. сталь	17[1] 316Ti нерж. сталь/ 316L нерж. сталь	30 Латунь			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	10.0
45°	**6M2.403**	○	○	○	1.20	0.90	0.50*	0.71	1.00	1.23	1.58	2.24
	6M2.483	○	○	○	1.50	1.10	0.80*	1.13	1.60	1.96	2.53	3.58
	6M2.563	○	○	○	2.00	1.40	1.25	1.77	2.50	3.06	3.95	5.59
	6M2.643	○	○	○	2.50	1.80	2.00	2.83	4.00	4.90	6.33	8.94
	6M2.723	○	○	○	3.00	2.40	3.15	4.46	6.30	7.72	9.96	14.09
	6M2.763	○	○	○	3.50	2.60	4.00	5.66	8.00	9.80	12.65	17.89
	6M2.803	○	○	○	4.00	3.00	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36
60°	**6M2.404**	○	○	○	1.20	0.80	0.50*	0.71	1.00	1.23	1.58	2.24
	6M2.444	○	○	○	1.35	0.90	0.62*	0.88	1.25	1.53	1.98	2.80
	6M2.484	○	○	○	1.50	1.00	0.80*	1.13	1.60	1.96	2.53	3.58
	6M2.514	○	○	○	1.65	1.10	0.95*	1.34	1.90	2.33	3.00	4.25
	6M2.564	○	○	○	2.00	1.30	1.25	1.77	2.50	3.06	3.95	5.59
	6M2.604	○	○	○	2.20	1.50	1.58	2.23	3.15	3.86	4.98	7.04
	6M2.644	○	○	○	2.50	1.60	2.00	2.83	4.00	4.90	6.33	8.94
	6M2.674	○	○	○	2.70	1.80	2.38	3.36	4.75	5.82	7.51	10.62
	6M2.724	○	○	○	3.00	2.10	3.15	4.46	6.30	7.72	9.96	14.09
	6M2.764	○	○	○	3.50	2.30	4.00	5.66	8.00	9.80	12.65	17.89
	6M2.804	○	○	○	4.00	2.60	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36
	6M2.844	○	-	-	4.50	3.00	6.25	8.84	12.50	15.31	19.76	27.95
	6M2.884	○	-	○	5.00	3.40	8.00	11.31	16.00	19.60	25.30	35.78
90°	**6M2.446**	○	○	○	1.35	0.80	0.62*	0.88	1.25	1.53	1.98	2.80
	6M2.486	○	○	○	1.50	0.80	0.80*	1.13	1.60	1.96	2.53	3.58
	6M2.516	○	○	○	1.65	0.90	0.95*	1.34	1.90	2.33	3.00	4.25
	6M2.566	○	○	○	2.00	1.10	1.25	1.77	2.50	3.06	3.95	5.59
	6M2.606	○	○	○	2.20	1.20	1.58	2.23	3.15	3.86	4.98	7.04
	6M2.646	○	○	○	2.50	1.30	2.00	2.83	4.00	4.90	6.33	8.94
	6M2.676	○	○	○	2.70	1.40	2.38	3.36	4.75	5.82	7.51	10.62
	6M2.726	○	○	○	3.00	1.70	3.15	4.46	6.30	7.72	9.96	14.09
	6M2.766	○	○	○	3.50	1.90	4.00	5.66	8.00	9.80	12.65	17.89
	6M2.806	○	○	○	4.00	2.40	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36
	6M2.846	-	-	○	4.50	2.40	6.25	8.84	12.50	15.31	19.76	27.95
	6M2.886	○	-	○	5.00	3.10	8.00	11.31	16.00	19.60	25.30	35.78
120°	**6M2.517**	○	○	○	1.65	0.90	0.95*	1.34	1.90	2.33	3.00	4.25
	6M2.567	○	○	○	2.00	0.90	1.25	1.77	2.50	3.06	3.95	5.59
	6M2.607	○	○	○	2.20	1.10	1.58	2.23	3.15	3.86	4.98	7.04
	6M2.647	○	○	○	2.50	1.30	2.00	2.83	4.00	4.90	6.33	8.94
	6M2.677	○	○	○	2.70	1.40	2.38	3.36	4.75	5.82	7.51	10.62
	6M2.727	○	○	○	3.00	1.60	3.15	4.46	6.30	7.72	9.96	14.09
	6M2.767	○	○	○	3.50	1.70	4.00	5.66	8.00	9.80	12.65	17.89
	6M2.807	○	-	○	4.00	2.00	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36
	6M2.847	-	-	-	4.50	2.30	6.25	8.84	12.50	15.31	19.76	27.95
	6M2.887	-	-	-	5.00	2.60	8.00	11.31	16.00	19.60	25.30	35.78

[1] При заказе материала 17 возможна поставка нерж. стали 316Ti либо 316L.
A = диаметр выходного отверстия · E = наиболее узкое проходное сечение
* Имеются отклонения в геометрии факела

Пример заказа:	Тип	+	Материал	=	Номер
	6M2.404	+	**16**	=	**6M2.404.16**

Формула расчета расхода: $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$

Плоскофакельные форсунки с соединением «ласточкин хвост»
Серия 664/665

Серия 664 / 665

Монтаж с помощью накидной гайки. Соединение «ласточкин хвост» обеспечивает правильное расположение форсунки и факела для гарантированного оптимального охлаждения поверхности ручья и простоты технического обслуживания. Стандартное исполнение с параболическим распределением жидкости.

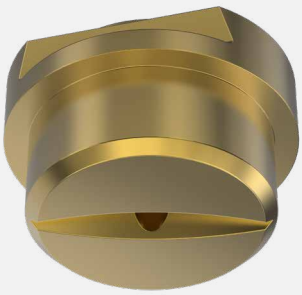
Применение:

Охлаждение опорных роликов и узкой стороны в слябовых МНЛЗ.

Слябовые МНЛЗ с однофазным охлаждением для разливки нержавеющей стали.

- Угол разворота форсунки 15°
- Доступна спецверсия с углом разворота 0° (660.XXX.XX.74)

Доступна спецверсия с прямоугольным распределением жидкости (660.XXX.XX.90)
Также доступна спецверсия без угла разворота и прямоугольным распределением жидкости (660.XXX.XX.96).



Спецверсии форсунок:

Тип + Материал + Спецномер

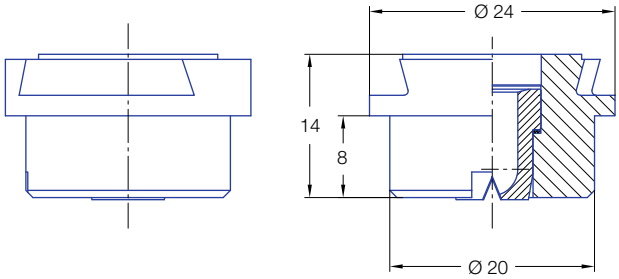
Спецномер:

00 = стандартная форсунка

74 = форсунка без угла разворота, факел параллелен ласточкиному хвосту

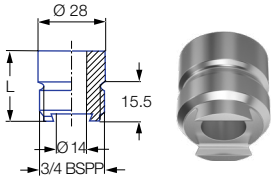
90 = прямоугольное распределение жидкости

96 = факел параллелен ласточкиному хвосту + прямоугольное распределение жидкости

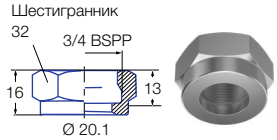


Угол разворота форсунки 15°

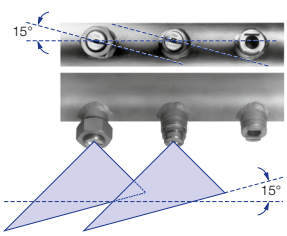
Принадлежности

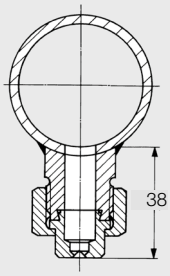


Масса: 65 г
Ниппель:
066.410.17 (316Ti нерж. сталь)



Масса (латунь): 60 г
Накидная гайка:
065.600.16 (303 нерж. сталь)
065.600.17 (316Ti нерж. сталь)
065.600.30 (латунь)





Формула расчета расхода: $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$

Угол раскрытия	Номенклатурный номер				A Ø [мм]	E Ø [мм]	$\dot{V}$ [л/мин]					
	Тип	Материал					p [бар]					
		16 303 нерж. сталь	17[1] 316Ti нерж. сталь/ 316L нерж. сталь	30 Латунь			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	10.0
45°	**664.723**	○	○	○	3.00	2.40	3.15	4.45	6.30	7.72	9.96	14.09
	664.763	○	○	○	3.50	2.60	4.00	5.66	8.00	9.80	12.65	17.89
	664.803	○	○	○	4.00	3.00	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36
	664.843	○	○	○	4.50	3.40	6.25	8.84	12.50	15.31	19.67	27.95
	664.883	○	○	○	5.00	3.80	8.00	11.31	16.00	19.60	25.30	35.78
	664.923	○	○	○	5.50	4.20	10.00	14.14	20.00	24.49	31.62	44.72
	664.963	○	○	○	6.00	4.40	12.50	17.68	25.00	30.62	39.53	55.90
	665.043	-	-	○	8.00	5.90	20.00	28.28	40.00	48.99	63.25	89.44
60°	**664.724**	○	○	○	3.00	2.10	3.15	4.45	6.30	7.72	9.96	14.09
	664.764	○	○	○	3.50	2.30	4.00	5.66	8.00	9.80	12.65	17.89
	664.804	○	○	○	4.00	2.60	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36
	664.844	○	○	○	4.50	3.00	6.25	8.84	12.50	15.31	19.67	27.95
	664.884	○	○	○	5.00	3.40	8.00	11.31	16.00	19.60	25.30	35.78
	664.924	○	○	○	5.50	4.10	10.00	14.14	20.00	24.49	31.62	44.72
	664.964	○	○	○	6.00	4.20	12.50	17.68	25.00	30.62	39.53	55.90
	665.044	○	○	○	8.00	8.00	20.00	28.28	40.00	48.99	63.25	89.44
	665.064	○	○	○	8.00	8.00	22.50	31.84	45.00	55.15	71.20	100.69
	665.084	-	○	○	9.00	6.20	25.00	35.36	50.00	61.24	79.06	111.80
	665.124	-	-	○	10.00	7.40	31.50	44.55	63.00	77.16	99.61	140.87
90°	**664.726**	○	○	○	3.00	1.70	3.15	4.45	6.30	7.72	9.96	14.09
	664.766	○	○	○	3.50	1.90	4.00	5.66	8.00	9.80	12.65	17.89
	664.806	○	○	○	4.00	2.40	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36
	664.846	○	○	○	4.50	2.40	6.25	8.84	12.50	15.31	19.67	27.95
	664.886	○	○	○	5.00	3.10	8.00	11.31	16.00	19.60	25.30	35.78
	664.926	○	○	○	5.50	3.60	10.00	14.14	20.00	24.49	31.62	44.72
	664.966	○	○	○	6.00	3.90	12.50	17.68	25.00	30.62	39.53	55.90
	665.046	-	-	○	8.00	4.90	20.00	28.28	40.00	48.99	63.25	89.44
	665.126	-	-	○	10.00	6.40	31.50	44.55	63.00	77.16	99.61	140.87
120°	**664.727**	○	○	○	3.00	1.60	3.15	4.45	6.30	7.72	9.96	14.09
	664.767	○	○	○	3.50	1.70	4.00	5.66	8.00	9.80	12.65	17.89
	664.807	○	○	○	4.00	2.00	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	22.36
	664.847	○	○	○	4.50	2.30	6.25	8.84	12.50	15.31	19.67	27.95
	664.887	○	○	○	5.00	2.60	8.00	11.31	16.00	19.60	25.30	35.78
	664.927	○	○	○	5.50	2.90	10.00	14.14	20.00	24.49	31.62	44.72
	664.967	-	-	○	6.00	3.20	12.50	17.68	25.00	30.62	39.53	55.90
	665.047	-	-	○	8.00	4.40	20.00	28.28	40.00	48.99	63.25	89.44

[1] При заказе материала 17 возможна поставка нерж. стали 316Ti либо 316L.
A = диаметр выходного отверстия · E = наиболее узкое проходное сечение
* Имеются отклонения в геометрии факела

Пример заказа:	Тип	+	Материал	=	Номер
	664.724	+	**16**	=	**664.724.16**

Формула расчета расхода: $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$

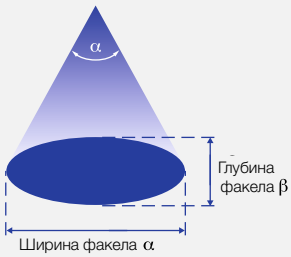
Плоскофакельные форсунки с увеличенной глубиной факела и соединением «ласточкин хвост»
Серия 600.280

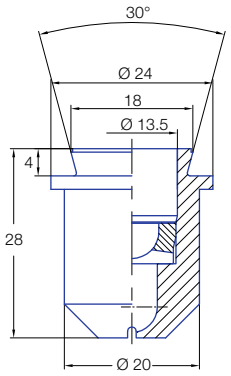
Серия 600.280

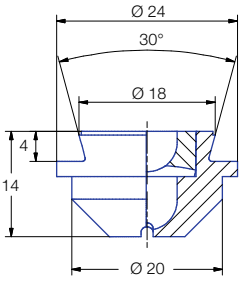
Монтаж с помощью накидной гайки. Соединение «ласточкин хвост» обеспечивает правильное расположение форсунки и факела с углом разворота 0° для гарантированного оптимального охлаждения поверхности ручья и простоты технического обслуживания.

- Обычно с трапециевидным распределением жидкости
- Доступно в исполнении длиной 14 мм и 28 мм

Применение:
Однофазное охлаждение блюмовых и слябовых МНЛЗ. Охлаждение узкой стороны сляба.

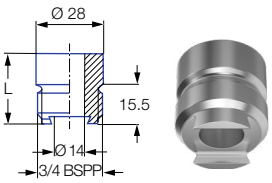




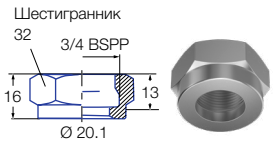


Факел параллелен соединению

Принадлежности



Масса: 65 г
Ниппель:
066.410.17 (316Ti нерж. сталь)



Масса (латунь) 60 г
Накидная гайка:
065.600.16 (303 нерж. сталь)
065.600.17 (316Ti нерж. сталь)
065.600.30 (латунь)

Угол раскрытия	Номенклатурный номер			Глубина факела [°]	Длина [мм]	Наиболее узкое проходное сечение [мм]	Расход [л/мин] Давление (бар)					
	Тип	Материал 16 303 нерж. сталь	Материал 30 латунь				1	2	3	5	7	10
60°	**600.280.xx.34**	○	○	12	28	3	12.0	16.6	20.1	25.6	30.0	35.5
	600.280.xx.32	○	○	15	28	3	12.0	16.6	20.1	25.6	30.0	35.5
	600.280.xx.28	○	○	20	28	2.5	8.5	11.8	14.3	18.2	21.3	25.2
	600.280.xx.29	○	○	20	28	3	11.7	16.3	19.7	25.0	29.3	34.6
	600.280.xx.30	○	○	20	28	3.6	15.0	20.7	25.1	31.9	37.4	44.2
	600.280.xx.33	○	○	25	28	4	16.0	22.2	26.8	34.1	39.9	47.2
	600.280.xx.83	○	○	40	28	1	1.3	1.8	2.1	2.7	3.2	3.7
	600.280.xx.12	○	○	40	28	1	1.9	2.6	3.1	4.0	4.7	5.5
	600.280.xx.11	○	○	40	28	1	2.1	2.9	3.5	4.5	5.3	6.2
	600.280.xx.22	○	○	40	28	2.1	4.7	6.5	7.9	10.0	11.7	13.9
	600.280.xx.21	○	○	40	28	2.5	6.1	8.5	10.2	13.0	15.2	18.0
70°	**600.280.xx.17**	○	○	40	28	1	1.3	1.8	2.2	2.8	3.3	3.9
	600.280.xx.15	○	○	40	28	1.1	1.9	2.6	3.1	4.0	4.7	5.5
	600.280.xx.84	○	○	40	28	1.8	3.1	4.3	5.2	6.6	7.7	9.1
75°	**600.280.xx.82**	○	○	15	28	1.8	5.7	7.9	9.5	12.1	14.2	16.8
	600.280.xx.16	○	○	15	28	1.7	6.1	8.5	10.2	13.0	15.2	18.0
	600.280.xx.19	○	○	30	28	1.6	3.3	4.6	5.5	7.0	8.2	9.7
	600.280.xx.26	○	○	30	28	1.7	4.1	5.7	6.9	8.8	10.3	12.2

Формула расчета расхода (≤ 10 бар): $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0.4}$

Угол раскрытия	Номенклатурный номер			Глубина факела [°]	Длина [мм]	Наиболее узкое проходное сечение [мм]	Расход [л/мин] Давление (бар)					
	Тип	Материал 16 303 нерж. сталь	Материал 30 латунь				1	2	3	5	7	10
80°	**600.280.xx.64**	○	○	20	28	1.4	2.0	2.8	3.4	4.3	5.0	6.0
	600.280.xx.74	○	○	20	28	1.5	2.3	3.1	3.8	4.8	5.6	6.6
	600.280.xx.51	○	○	25	28	1.6	10.0	13.9	16.8	21.4	25.1	29.6
	600.280.xx.42	○	○	30	14	1	2.3	3.1	3.8	4.8	5.6	6.6
90°	**600.280.xx.77**	○	○	20	28	1	4.5	6.2	7.6	9.6	11.2	13.3
	600.280.xx.14	○	○	20	28	1.1	4.9	6.8	8.3	10.5	12.3	14.5
	600.280.xx.08	○	○	20	28	2.2	8.5	11.8	14.3	18.2	21.3	25.2
	600.280.xx.03	○	○	20	28	2.1	9.6	13.3	16.0	20.4	23.9	28.3
	600.280.xx.05	○	○	20	28	2.5	11.6	16.1	19.5	24.8	29.0	34.4
	600.280.xx.09	○	○	20	28	2	11.7	16.3	19.7	25.0	29.3	34.6
	600.280.xx.10	○	○	20	28	2.7	15.0	20.7	25.1	31.9	37.4	44.2
	600.280.xx.62	○	○	27	28	1.6	4.6	6.4	7.7	9.8	11.5	13.6
	600.280.xx.69	○	○	27	28	2.3	7.0	9.7	11.7	14.9	17.5	20.6
	600.280.xx.68	○	○	27	28	2.95	8.5	11.8	14.3	18.2	21.3	25.2
	600.280.xx.72	○	○	27	28	2.7	12.9	17.9	21.6	27.5	32.2	38.1
	600.280.xx.76	○	○	27	28	2.7	15.1	20.9	25.2	32.1	37.6	44.5
	600.280.xx.13	○	○	30	14	1	1.3	1.8	2.1	2.7	3.2	3.7
	600.280.xx.97	○	○	30	28	1.2	1.9	2.7	3.2	4.1	4.8	5.7
	600.280.xx.92	○	○	30	14	1.2	2.0	2.7	3.3	4.2	4.9	5.8
	600.280.xx.41	○	○	30	14	1.6	3.3	4.6	5.5	7.0	8.2	9.7
	600.280.xx.95	○	○	30	28	1.7	3.3	4.6	5.5	7.0	8.2	9.7
	600.280.xx.90	○	○	30	14	1.7	3.4	4.7	5.7	7.2	8.4	10.0
	600.280.xx.27	○	○	30	28	1.9	5.1	7.0	8.5	10.8	12.7	15.0
	600.280.xx.63	○	○	30	28	2.3	5.8	8.1	9.8	12.4	14.5	17.2
	600.280.xx.45	○	○	30	28	2.3	8.3	11.4	13.8	17.6	20.6	24.4
	600.280.xx.66	○	○	30	28	2.15	11.6	16.1	19.5	24.8	29.0	34.4
	600.280.xx.24	○	○	30	40	2.15	11.6	16.1	19.5	24.8	29.0	34.4
	600.280.xx.73	○	○	35	28	2.3	7.6	10.5	12.7	16.1	18.9	22.3
	600.280.xx.81	○	○	40	28	1.7	1.9	2.7	3.2	4.1	4.8	5.7
	600.280.xx.79	○	○	40	28	1.6	3.0	4.2	5.0	6.4	7.5	8.9
	600.280.xx.80	○	○	40	28	1.7	3.9	5.4	6.5	8.3	9.7	11.5
	600.280.xx.78	○	○	40	28	2.5	7.3	10.1	12.3	15.6	18.3	21.6
100°	**600.280.xx.53**	○	○	15	56	2.5	11.8	16.4	19.8	25.2	29.5	34.9
	600.280.xx.44	○	○	15	28	2.7	20.0	27.8	33.6	42.7	50.0	59.1
	600.280.xx.85	○	○	25	28	1.4	4.1	5.7	6.8	8.7	10.2	12.1
	600.280.xx.50	○	○	25	28	1.6	4.9	6.8	8.3	10.5	12.3	14.5
	600.280.xx.07	○	○	25	28	2.3	11.6	16.1	19.5	24.8	29.0	34.4
	600.280.xx.88	○	○	30	14	1.2	2.0	2.7	3.3	4.2	4.9	5.8
	600.280.xx.58	○	○	30	14	1.7	3.5	4.8	5.8	7.4	8.7	10.2
	600.280.xx.57	○	○	30	14	1.8	4.8	6.7	8.1	10.3	12.1	14.3
	600.280.xx.40	○	○	30	28	1.6	5.1	7.0	8.5	10.8	12.7	15.0
	600.280.xx.56	○	○	30	14	1.9	6.1	8.5	10.2	13.0	15.2	18.0
	600.280.xx.55	○	○	30	14	2.5	7.4	10.3	12.4	15.8	18.5	21.9
	600.280.xx.36	○	○	30	14	2.6	8.9	12.4	14.9	19.0	22.3	26.3
	600.280.xx.59	○	○	40	28	2.6	7.8	10.9	13.1	16.7	19.6	23.1
	600.280.xx.35	○	○	40	28	2.6	8.8	12.2	14.8	18.8	22.0	26.0
	600.280.xx.37	○	○	40	28	2.7	14.2	19.6	23.8	30.2	35.4	41.8
	600.280.xx.23	○	○	50	28	1.85	1.9	2.6	3.1	4.0	4.7	5.5
	600.280.xx.31	○	○	50	28	1.3	3.2	4.5	5.4	6.9	8.1	9.6
105°	**600.280.xx.02**	○	○	23	14	1.1	3.3	4.6	5.5	7.0	8.2	9.7
	600.280.xx.00	○	○	23	14	1.3	4.7	6.5	7.9	10.0	11.7	13.9
	600.280.xx.01	○	○	23	14	1.4	6.1	8.5	10.2	13.0	15.2	18.0
	600.280.xx.04	○	○	23	14	1.3	7.5	10.4	12.6	16.0	18.7	22.2
	600.280.xx.65	○	○	27	28	1.05	2.0	2.8	3.4	4.3	5.0	6.0
	600.280.xx.67	○	○	27	28	1.4	2.9	4.0	4.9	6.2	7.3	8.6
112°	**600.280.xx.43**	○	○	30	28	2.4	9.3	12.9	15.6	19.8	23.2	27.4

Пример заказа:	Тип	+	Материал	=	Номер
	600.280.xx.64	+	16	=	600.280.16.64

Формула расчета расхода (≤ 10 бар): $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0.4}$

Плоскофакельные форсунки с увеличенной глубиной факела и соединением «ласточкин хвост»
Серия 600.366

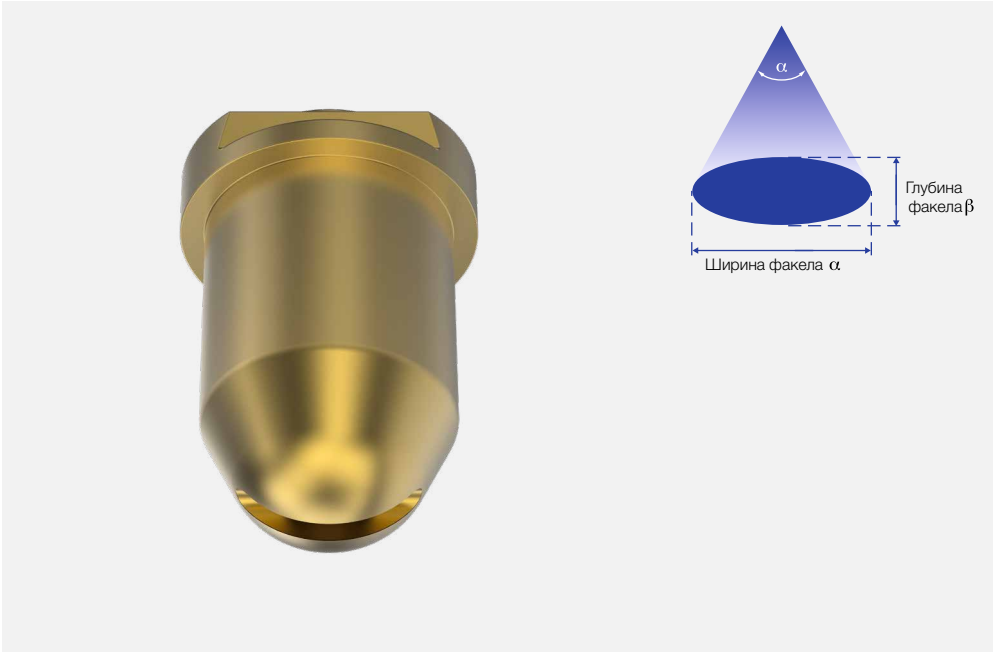
Серия 600.366

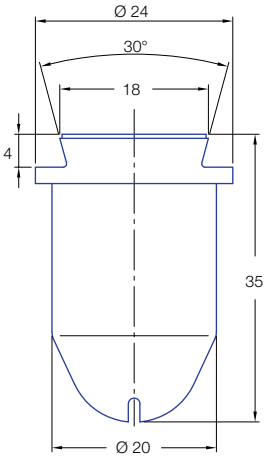
Повышенная сила удара в центральной зоне факела.

Монтаж с помощью накидной гайки. Соединение «ласточкин хвост» обеспечивает правильное расположение форсунки и факела с углом разворота 0° для гарантированного оптимального охлаждения поверхности ручья и простоты технического обслуживания.

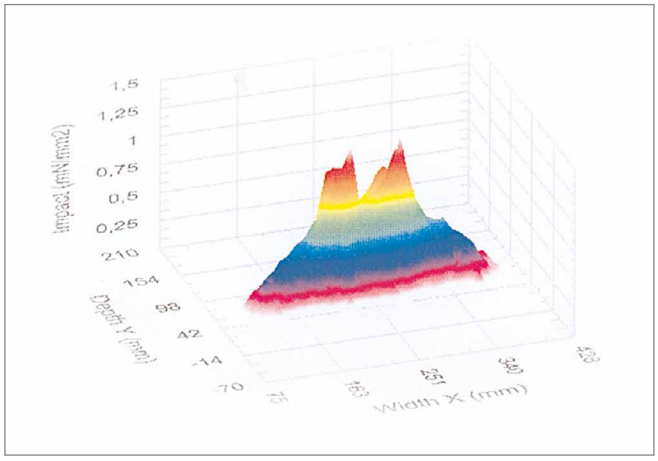
- Обычно с трапециевидным распределением жидкости
- Доступно в исполнении длиной 14 мм и 28 мм

Применение:
Однофазное охлаждение слябовых МНЛЗ, особенно при разливке тонких слябов и высокой скорости разливки.

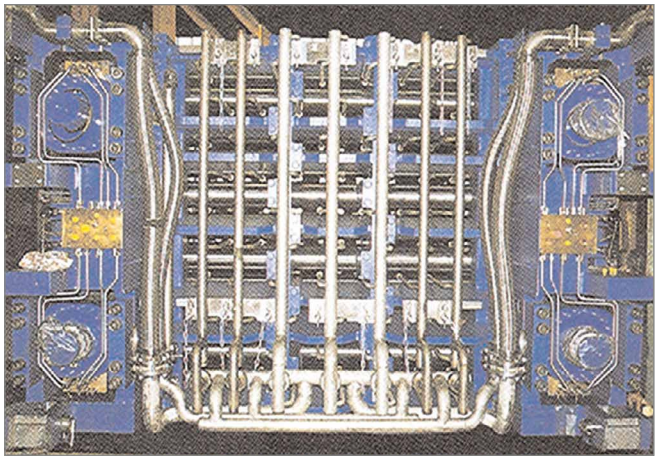




Факел параллелен соединению



Измерение силы удара форсунки серии 600.366

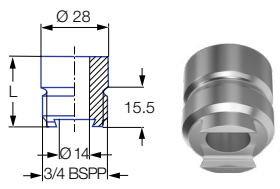


Сегмент МНЛЗ с однофазным охлаждением

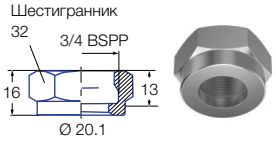
Угол раскрытия	Номенклатурный номер			Глубина факела [°]	Длина [мм]	Расход [л/мин] Давление (бар)					
	Тип	Материал 16 303 нерж. сталь	Материал 30 латунь			1	2	3	5	7	10
68°	**600.366.xx.53**	○	○	19	1.1	1.3	1.8	2.2	2.8	3.3	3.9
	600.366.xx.55	○	○	19	1.3	2.0	2.8	3.4	4.3	5.0	6.0
69°	**600.366.xx.70**	○	○	26	1	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.6
	600.366.xx.72	○	○	26	1.4	2.4	3.3	4.0	5.1	6.0	7.1
70°	**600.366.xx.50**	○	○	20	1.4	2.7	3.7	4.5	5.7	6.7	7.9
	600.366.xx.13	○	○	30	1.9	2.8	3.8	4.6	5.9	6.9	8.2
	600.366.xx.51	○	○	20	2	3.3	4.6	5.5	7.0	8.2	9.7
	600.366.xx.14	○	○	30	1.9	4.9	6.8	8.2	10.4	12.2	14.4
74°	**600.366.xx.54**	○	○	19	1.3	1.7	2.3	2.8	3.6	4.2	5.0
	600.366.xx.56	○	○	19	1.4	3.0	4.2	5.0	6.4	7.5	8.9
75°	**600.366.xx.60**	○	○	26	1.9	4.6	6.4	7.8	9.9	11.6	13.7
80°	**600.366.xx.71**	○	○	26	1.2	1.6	2.2	2.7	3.4	4.0	4.7
	600.366.xx.61	○	○	26	1.9	5.4	7.4	9.0	11.4	13.4	15.8
82°	**600.366.xx.52**	○	○	28	1.7	4.9	6.8	8.2	10.4	12.2	14.4
83°	**600.366.xx.30**	○	○	20	1.8	3.3	4.6	5.6	7.1	8.3	9.8
90°	**600.366.xx.36**	○	○	20	1.4	4.3	5.9	7.2	9.1	10.7	12.6
	600.366.xx.37	○	○	20	1.8	6.4	8.9	10.8	13.7	16.0	19.0
102°	**600.366.xx.48**	○	○	32	1.6	4.3	5.9	7.2	9.1	10.7	12.6
105°	**600.366.xx.49**	○	○	25	1	1.7	2.3	2.8	3.6	4.2	5.0
	600.366.xx.23	○	○	20	1	2.0	2.7	3.3	4.2	4.9	5.8
	600.366.xx.28	○	○	20	1	2.7	3.7	4.5	5.7	6.7	7.9
	600.366.xx.40	○	○	20	1.25	3.3	4.6	5.5	7.0	8.2	9.7
	600.366.xx.00	○	○	35	1.8	3.3	4.6	5.6	7.1	8.3	9.8
	600.366.xx.44	○	○	20	1.7	4.5	6.2	7.5	9.5	11.1	13.2
	600.366.xx.41	○	○	20	1.8	4.9	6.8	8.2	10.4	12.2	14.4
	600.366.xx.21	○	○	20	2	5.0	7.0	8.4	10.7	12.5	14.8
	600.366.xx.01	○	○	35	2	5.0	7.0	8.4	10.7	12.5	14.8
	600.366.xx.42	○	○	20	1.7	6.3	8.8	10.6	13.5	15.8	18.7
	600.366.xx.22	○	○	20	2.2	6.7	9.3	11.2	14.3	16.8	19.8
	600.366.xx.02	○	○	35	2.2	6.7	9.3	11.2	14.3	16.8	19.8
	600.366.xx.43	○	○	20	2	8.1	11.2	13.6	17.3	20.3	24.0
	600.366.xx.03	○	○	35	2.5	8.4	11.6	14.0	17.8	20.8	24.7
	600.366.xx.45	○	○	20	2.1	10.1	14.0	16.9	21.5	25.2	29.8
108°	**600.366.xx.80**	○	○	32	2.3	8.5	11.8	14.2	18.1	21.2	25.1
	600.366.xx.81	○	○	32	2.3	9.8	13.5	16.4	20.8	24.4	28.8
110°	**600.366.xx.47**	○	○	28	1.1	2.8	3.8	4.6	5.9	6.9	8.2

Пример заказа:	Тип	+	Материал	=	Номер
	600.366.xx.53	+	**16**	=	**600.366.16.53**

Принадлежности



Масса: 65 г
Ниппель:
066.410.17 (316Ti нерж. сталь)



Масса (латунь): 60 г
Накидная гайка:
065.600.16 (303 нерж. сталь)
065.600.17 (316Ti нерж. сталь)
065.600.30 (латунь)

Формула расчета расхода (≤ 10 бар): $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0.4}$

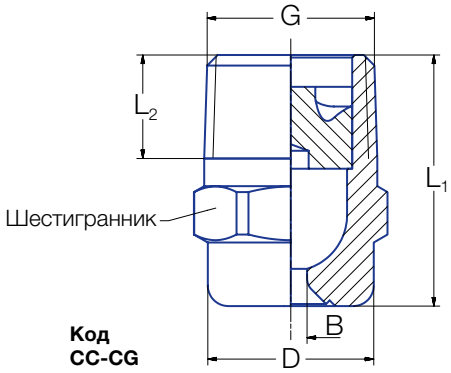
Аксиальные полноконусные форсунки
Серия 490

Серия 490

Конструкция форсунки, неподверженная засорению. Стабильный угол раскрытия. Равномерное распределение жидкости.

Применение:
ЗВО сортовых МНЛЗ, охлаждение узкой стороны сляба, охлаждение кристаллизатора, охлаждение электродов электродуговых печей.

Примечание:
В случае, если форсунки будут подвержены воздействию высоких температур на протяжении длительного времени, рекомендуется применение материала **T8** (корпус из латуни, завихритель-нерж. сталь AISI 316L) либо изготовление форсунки полностью из нерж. стали **1Y** (AISI 316L).

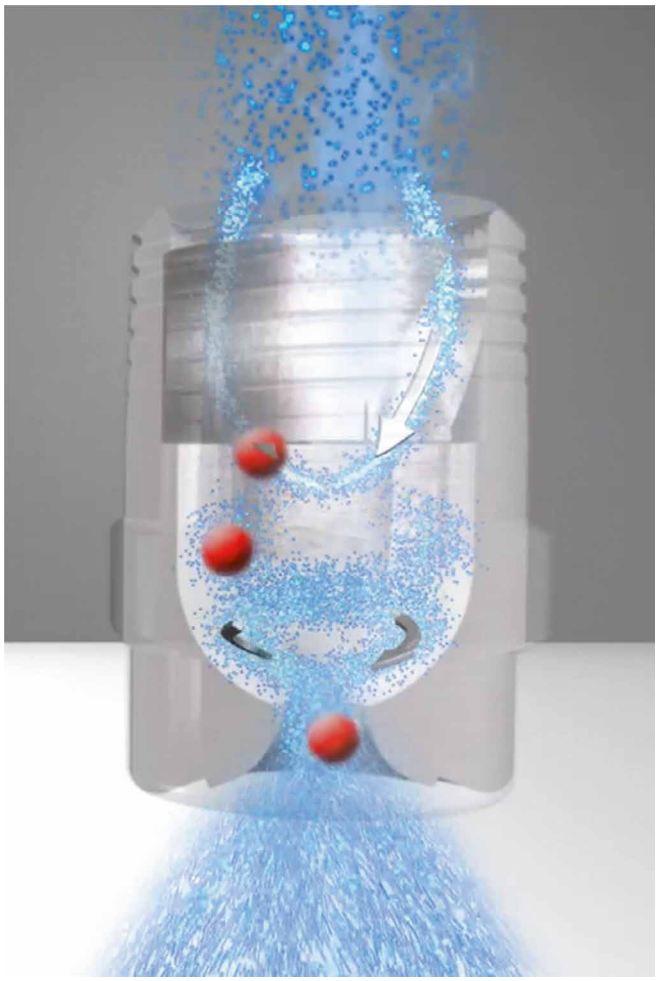


Код	Размеры, мм					Масса (латунь)
	G	L_1	L_2	D	Шести-гранник	
CA	1/8 BSPT	18.0	6.5	10.0	11	13 g
CC	1/4 BSPT	22.0	10.0	13.0	14	16 g
CE	3/8 BSPT	24.5	10.0	16.0	17	30 g
CE	3/8 BSPT	30.0	10.0	16.0	17	50 g
CG	1/2 BSPT	32.5	13.0	21.0	22	60 g
CG	1/2 BSPT	43.5	13.0	21.0	22	85 g

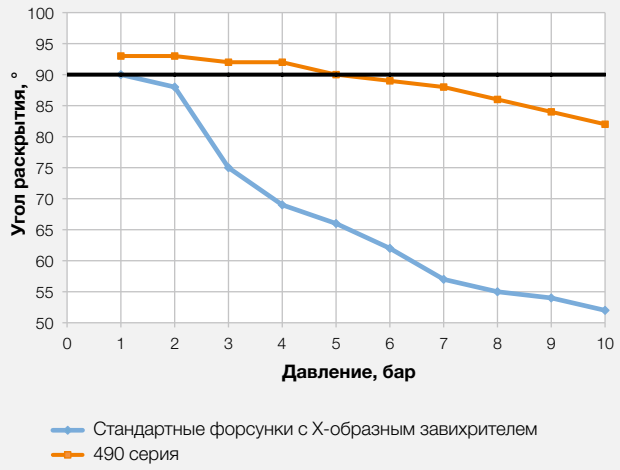
Возможны технические модификации. Обратитесь к нам для получения подробной информации.

Новое поколение форсунок с инновационной внутренней геометрией, обеспечивающей:

Увеличение свободных сечений на 30-40% по сравнению со стандартными полноконусными форсунками. Сопротивление засорению.	Высокая эксплуатационная готовность машины, снижение затрат на техническое обслуживание
Стабильный угол раскрытия во всем рабочем диапазоне	Отсутствие захолаживания и перегрева углов и центра заготовки, в результате повышается качество



Для просмотра демонстрационного видео отсканируйте QR-код



Угол раскрытия форсунок 490 серий при разном давлении в сравнении со стандартными форсунками с Х-образным завихрителем

Частицы, проходящие сквозь форсунку 490 серии

Частицы, проходящие сквозь стандартные форсунки

Аксиальные полноконусные форсунки
Серия 490

Угол раскрытия	Номенклатурный номер								B Ø [мм]	E Ø [мм]	**V̇** [л/мин]							Диаметр факела D при p=2 бар	
	Тип	Материал			Резьба						**p** [бар]								
		1Y 316L нерж. сталь	**30** Латунь	**T8** Латунь/ 316L нерж. сталь	1/8 BSPT	1/4 BSPT	3/8 BSPT	1/2 BSPT			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	H = 200 мм	H = 500 мм
45°	**490.403**	○	○	○	**CA**	-	-	-	1.25	1.25	0.57	0.76	1.00	1.18	1.44	1.65	1.90	160	400
	490.443	○	○	○	**CA**	**CC**	-	-	1.40	1.40	0.72	0.95	1.25	1.47	1.80	2.06	2.38	160	400
	490.523	○	○	○	**CA**	**CC**	-	-	1.70	1.70	1.15	1.52	2.00	2.35	2.89	3.30	3.81	160	400
	490.563	○	○	○	-	**CC**	-	-	1.80	1.80	1.44	1.89	2.50	2.94	3.61	4.13	4.76	160	400
	490.603	○	○	○	-	**CC**	**CE**	-	2.00	2.00	1.81	2.39	3.15	3.70	4.54	5.20	6.00	160	400
	490.643	○	○	○	-	**CC**	**CE**	-	2.45	2.45	2.30	3.03	4.00	4.70	5.77	6.60	7.61	160	400
	490.683	○	○	○	-	**CC**	**CE**	-	2.55	5.55	2.87	3.79	5.00	5.88	7.21	8.25	9.52	160	400
	490.703	○	○	○	-	-	**CE**	-	2.65	2.65	3.22	4.24	5.60	6.59	8.08	9.24	10.66	160	400
	490.723	○	○	○	-	-	**CE**	-	2.85	2.85	3.62	4.77	6.30	7.41	9.09	10.40	11.99	160	400
	490.783	○	○	○	-	-	-	**CG**	3.45	3.45	5.17	6.82	9.00	10.58	12.98	14.85	17.12	160	400
	490.843	○	○	○	-	-	-	**CG**	3.80	3.80	7.18	9.47	12.50	14.70	18.03	20.63	23.80	160	400
60°	**490.404**	○	○	○	**CA**	-	-	-	1.15	1.15	0.57	0.76	1.00	1.18	1.44	1.65	1.90	220	560
	490.444	○	○	○	**CA**	-	-	-	1.25	1.25	0.72	0.95	1.25	1.47	1.80	2.06	2.38	220	560
	490.484	○	○	○	**CA**	-	-	-	1.45	1.45	0.92	1.21	1.60	1.88	2.31	2.64	3.05	220	560
	490.524	○	○	○	**CA**	**CC**	**CE**	-	1.60	1.60	1.15	1.52	2.00	2.35	2.89	3.30	3.81	220	560
	490.564	○	○	○	**CA**	**CC**	**CE**	-	1.80	1.80	1.44	1.89	2.50	2.94	3.61	4.13	4.76	220	560
	490.604	○	○	○	**CA**	**CC**	**CE**	-	2.05	2.05	1.81	2.39	3.15	3.70	4.54	5.20	6.00	220	560
	490.644	○	○	○	-	**CC**	**CE**	-	2.30	2.30	2.30	3.03	4.00	4.70	5.77	6.60	7.61	220	560
	490.684	○	○	○	-	**CC**	**CE**	-	2.60	2.60	2.87	3.79	5.00	5.88	7.21	8.25	9.52	220	560
	490.704	○	○	○	-	-	**CE**	-	2.75	2.75	3.22	4.24	5.60	6.59	8.08	9.24	10.66	220	560
	490.724	○	○	○	-	**CC**	**CE**	-	2.95	2.80	3.62	4.77	6.30	7.41	9.09	10.40	11.99	220	560
	490.744	○	○	○	-	-	**CE**	-	3.05	3.05	4.08	5.38	7.10	8.35	10.24	11.72	13.52	220	560
	490.764	○	○	○	-	-	**CE**	-	3.25	3.25	4.59	6.06	8.00	9.41	11.54	13.20	15.22	220	560
	490.784	○	○	○	-	-	**CE**	-	3.50	3.50	5.17	6.82	9.00	10.58	12.98	14.85	17.12	220	560
	490.804	○	○	○	-	-	**CE**	-	3.70	3.70	5.74	7.58	10.00	11.76	14.43	16.51	19.04	220	560
	490.844	○	○	○	-	-	-	**CG**	4.05	4.05	7.18	9.47	12.50	14.70	18.03	20.63	23.80	220	560
	490.884	○	○	○	-	-	-	**CG**	4.65	4.65	9.19	12.13	16.00	18.82	23.08	26.41	30.46	220	560

B = диаметр выходного отверстия · E = наиболее узкое проходное сечение

Формула расчета расхода (≤ 10 бар): $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0.4}$

Угол раскрытия	Номенклатурный номер								B Ø [мм]	E Ø [мм]	$\dot{V}$ [л/мин]							Диаметр факела D при p=2 бар	
	Тип	Материал			Резьба						p [бар]								
		1Y 316L нерж. сталь	30 Латунь	T8 Латунь/ 316L нерж. сталь	1/8 BSPT	1/4 BSPT	3/8 BSPT	1/2 BSPT			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	H = 200 мм	H = 500 мм
90°	**490.406**	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	1.20	1.20	0.57	0.76	1.00	1.18	1.44	1.65	1.90	380	860
	490.446	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	1.30	1.30	0.72	0.95	1.25	1.47	1.80	2.06	2.38	380	860
	490.486	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	1.45	1.45	0.92	1.21	1.60	1.88	2.31	2.64	3.05	380	860
	490.506	○	○	○	**-**	**CC**	**-**	**-**	1.65	1.65	1.03	1.36	1.80	2.12	2.60	2.97	3.43	380	860
	490.526	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	1.70	1.55	1.15	1.52	2.00	2.35	2.89	3.30	3.81	380	860
	490.566	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	1.90	1.90	1.44	1.89	2.50	2.94	3.61	4.13	4.76	380	860
	490.606	○	○	○	**CA**	**CC**	**CE**	**-**	2.10	2.05	1.81	2.39	3.15	3.70	4.54	5.20	6.00	380	860
	490.646	○	○	○	**-**	**CC**	**CE**	**-**	2.40	2.40	2.30	3.03	4.00	4.70	5.77	6.60	7.61	390	960
	490.686	○	○	○	**-**	**CC**	**CE**	**-**	2.70	2.70	2.87	3.79	5.00	5.88	7.21	8.25	9.52	390	960
	490.706	○	○	○	**-**	**-**	**CE**	**-**	2.75	2.75	3.22	4.24	5.60	6.59	8.08	9.24	10.66	390	960
	490.726	○	○	○	**-**	**CC**	**CE**	**-**	3.20	2.80	3.62	4.77	6.30	7.41	9.09	10.40	11.99	390	960
	490.746	○	○	○	**-**	**-**	**CE**	**-**	3.15	3.15	4.08	5.38	7.10	8.35	10.24	11.72	13.52	390	960
	490.766	○	○	○	**-**	**-**	**CE**	**-**	3.40	3.40	4.59	6.06	8.00	9.41	11.54	13.20	15.22	390	960
	490.806	○	○	○	**-**	**-**	**CE**	**-**	3.90	3.90	5.74	7.58	10.00	11.76	14.43	16.51	19.04	390	960
	490.846	○	○	○	**-**	**-**	**CE**	**-**	4.65	4.00	7.18	9.47	12.50	14.70	18.03	20.63	23.80	390	960
	490.886	○	○	○	**-**	**-**	**-**	**CG**	5.45	4.50	9.19	12.13	16.00	18.82	23.08	26.41	30.46	390	960
	490.926	○	○	○	**-**	**-**	**-**	**CG**	5.90	4.50	11.49	15.16	20.00	23.52	28.85	33.01	38.07	390	960
120°	**490.368**	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	0.85	0.65	0.36	0.48	0.63	0.74	0.91	1.04	1.20	680	1220
	490.408	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	1.20	1.20	0.57	0.76	1.00	1.18	1.44	1.65	1.90	680	1220
	490.448	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	1.30	1.30	0.72	0.95	1.25	1.47	1.80	2.06	2.38	680	1220
	490.488	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	1.45	1.45	0.92	1.21	1.60	1.88	2.31	2.64	3.05	680	1220
	490.528	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	1.70	1.70	1.15	1.52	2.00	2.35	2.89	3.30	3.81	680	1220
	490.568	○	○	○	**CA**	**-**	**-**	**-**	1.90	1.90	1.44	1.89	2.50	2.94	3.61	4.13	4.76	680	1220
	490.608	○	○	○	**CA**	**CC**	**-**	**-**	2.10	2.05	1.81	2.39	3.15	3.70	4.54	5.20	6.00	680	1220
	490.648	○	○	○	**-**	**CC**	**CE**	**-**	2.40	2.40	2.30	3.03	4.00	4.70	5.77	6.60	7.61	680	1330
	490.688	○	○	○	**-**	**CC**	**CE**	**-**	2.75	2.75	2.87	3.79	5.00	5.88	7.21	8.25	9.52	680	1330
	490.708	○	○	○	**-**	**-**	**CE**	**-**	2.75	2.75	3.22	4.24	5.60	6.59	8.08	9.24	10.66	680	1330
	490.728	○	○	○	**-**	**CC**	**CE**	**-**	3.20	2.80	3.62	4.77	6.30	7.41	9.09	10.40	11.99	680	1330
	490.748	○	○	○	**-**	**-**	**CE**	**-**	3.20	3.20	4.08	5.38	7.10	8.35	10.24	11.72	13.52	680	1330
	490.768	○	○	○	**-**	**-**	**CE**	**-**	3.45	3.45	4.59	6.44	8.00	9.41	11.54	13.20	15.22	680	1330
	490.808	○	○	○	**-**	**-**	**CE**	**-**	3.90	3.90	5.74	7.58	10.00	11.76	14.43	16.51	19.04	680	1330
	490.848	○	○	○	**-**	**-**	CE	**-**	4.70	4.00	7.18	9.47	12.50	14.70	18.03	20.63	23.80	680	1330
	490.888	○	○	○	**-**	**-**	**-**	**CG**	5.10	4.50	9.19	12.13	16.00	18.82	23.08	26.41	30.46	680	1330
	490.928	○	○	○	**-**	**-**	**-**	**CG**	5.80	4.75	11.49	15.16	20.00	23.52	28.85	33.01	38.07	680	1330

B = диаметр выходного отверстия · E = наиболее узкое проходное сечение

Пример заказа:	**Тип**	**+**	**Материал**	**+**	**Резьба**	**=**	**Номер**
	490.406	**+**	**1Y**	**+**	**CA**	**=**	**490.406.1Y.CA**

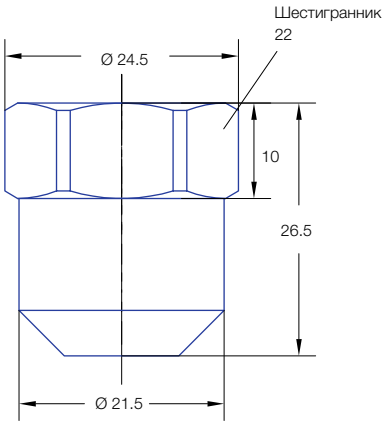
Формула расчета расхода (≤ 10 бар): $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0.4}$

Аксиальные полноконусные форсунки
Серия 486

Серия 486

Классические полноконусные однофазные форсунки с внутренней резьбой G 3/8".

Применение:
Наиболее часто применяются в сортовых МНЛЗ производства SMS Concast.



Угол раскрытия	Номенклатурный номер				Обозначение	Расход, л/мин Давление, бар					
	Тип	Материал 30 Латунь	Материал 1C 304 нерж. сталь	Внутренняя резьба G 3/8"		1	2	2.8	5	7	10
45°	**486.443**	○	○	**AF**	1545L	0.9	1.3	1.5	1.9	2.3	2.7
	486.493	○	○	**AF**	2045L	1.3	1.7	2.0	2.6	3.0	3.5
	486.533	○	○	**AF**	2545L	1.6	2.1	2.5	3.2	3.8	4.4
	486.563	○	○	**AF**	3045L	1.9	2.6	3.0	3.9	4.5	5.3
	486.593	○	○	**AF**	3545L	2.2	3.0	3.5	4.5	5.3	6.2
	486.613	○	○	**AF**	4045L	2.5	3.4	4.0	5.2	6.0	7.1
	486.633	○	○	**AF**	4545L	2.8	3.9	4.5	5.8	6.8	8.0
	486.653	○	○	**AF**	5045L	3.1	4.3	5.0	6.5	7.6	8.9
	486.663	○	○	**AF**	5545L	3.5	4.7	5.5	7.1	8.3	9.8
	486.683	○	○	**AF**	6045L	3.8	5.2	6.0	7.8	9.1	10.6
	486.713	○	○	**AF**	7045L	4.4	6.0	7.0	9.1	10.6	12.4
	486.733	○	○	**AF**	8045L	5.0	6.9	8.0	10.4	12.1	14.2
	486.783	○	○	**AF**	10045L	6.3	8.6	10.0	13.0	15.1	17.7
	486.813	○	○	**AF**	12045L	7.6	10.3	12.0	15.6	18.1	21.3
65°	**486.394**	○	○	**AF**	1065L	0.6	0.9	1.0	1.3	1.5	1.8
	486.454	○	○	**AF**	1665L	1.0	1.4	1.6	2.1	2.4	2.8
	486.494	○	○	**AF**	2065L	1.3	1.7	2.0	2.6	3.0	3.5
	486.534	○	○	**AF**	2565L	1.6	2.1	2.5	3.2	3.8	4.4
	486.564	○	○	**AF**	3065L	1.9	2.6	3.0	3.9	4.5	5.3
	486.594	○	○	**AF**	3565L	2.2	3.0	3.5	4.5	5.3	6.2
	486.604	○	○	**AF**	3865L	2.4	3.3	3.8	4.9	5.7	6.7
	486.614	○	○	**AF**	4065L	2.5	3.4	4.0	5.2	6.0	7.1
	486.624	○	○	**AF**	4265L	2.6	3.6	4.2	5.5	6.3	7.4
	486.634	○	○	**AF**	4565L	2.8	3.9	4.5	5.8	6.8	8.0
	486.654	○	○	**AF**	5065L	3.1	4.3	5.0	6.5	7.6	8.9
	486.664	○	○	**AF**	5565L	3.5	4.7	5.5	7.1	8.3	9.8
	486.684	○	○	**AF**	6065L	3.8	5.2	6.0	7.8	9.1	10.6
	486.704	○	○	**AF**	6565L	4.1	5.6	6.5	8.4	9.8	11.5
	486.714	○	○	**AF**	7065L	4.4	6.0	7.0	9.1	10.6	12.4
	486.724	○	○	**AF**	7565L	4.7	6.4	7.5	9.7	11.3	13.3
	486.734	○	○	**AF**	8065L	5.0	6.9	8.0	10.4	12.1	14.2
	486.744	○	○	**AF**	8565L	5.3	7.3	8.5	11.0	12.8	15.1
	486.764	○	○	**AF**	9565L	6.0	8.2	9.5	12.3	14.3	16.8
	486.784	○	○	**AF**	10065L	6.3	8.6	10.0	13.0	15.1	17.7
	486.814	○	○	**AF**	12065L	7.6	10.3	12.0	15.6	18.1	21.3
	486.844	○	○	**AF**	14665L	9.2	12.5	14.6	19.0	22.1	25.9
	486.854	○	○	**AF**	15065L	9.4	12.9	15.0	19.5	22.7	26.6
	486.864	○	○	**AF**	16565L	10.4	14.2	16.5	21.4	24.9	29.3

Прочие типы форсунок и дополнительная техническая информация по запросу.

Пример заказа:	Тип	+	Материал	=	Номер
	486.443	+	**30**	=	**486.443.30.AF**

Формула расчета расхода (≤ 10 бар): $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0.4}$

Аксиальные полноконусные форсунки
Серия 486

Угол раскрытия	Номенклатурный номер				Обозначение	**Расход, л/мин Давление, бар**					
	Тип	Материал **30** Латунь	Материал **1C** 304 нерж. сталь	Внутренняя резьба G 3/8"		1	2	2.8	5	7	10
90°	**486.446**	○	○	**AF**	1590L	0.9	1.3	1.5	1.9	2.3	2.7
	486.496	○	○	**AF**	2090L	1.3	1.7	2.0	2.6	3.0	3.5
	486.536	○	○	**AF**	2590L	1.6	2.1	2.5	3.2	3.8	4.4
	486.566	○	○	**AF**	3090L	1.9	2.6	3.0	3.9	4.5	5.3
	486.596	○	○	**AF**	3590L	2.2	3.0	3.5	4.5	5.3	6.2
	486.606	○	○	**AF**	3890L	2.4	3.3	3.8	4.9	5.7	6.7
	486.616	○	○	**AF**	4090L	2.5	3.4	4.0	5.2	6.0	7.1
	486.636	○	○	**AF**	4590L	2.8	3.9	4.5	5.8	6.8	8.0
	486.646	○	○	**AF**	4690L	2.9	4.0	4.6	6.0	6.9	8.2
	486.656	○	○	**AF**	5090L	3.1	4.3	5.0	6.5	7.6	8.9
	486.686	○	○	**AF**	6090L	3.8	5.2	6.0	7.8	9.1	10.6
	486.706	○	○	**AF**	6590L	4.1	5.6	6.5	8.4	9.8	11.5
	486.726	○	○	**AF**	7590L	4.7	6.4	7.5	9.7	11.3	13.3
	486.736	○	○	**AF**	8090L	5.0	6.9	8.0	10.4	12.1	14.2
	486.766	○	○	**AF**	9590L	6.0	8.2	9.5	12.3	14.3	16.8
	486.786	○	○	**AF**	10090L	6.3	8.6	10.0	13.0	15.1	17.7
	486.816	○	○	**AF**	12090L	7.6	10.3	12.0	15.6	18.1	21.3
	486.846	○	○	**AF**	14690L	9.2	12.5	14.6	19.0	22.1	25.9

Прочие типы форсунок и дополнительная техническая информация по запросу.

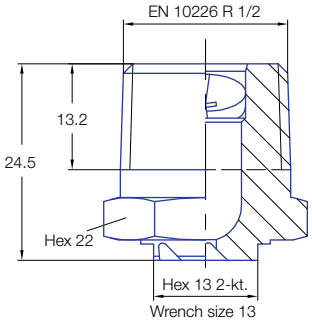
Формула расчета расхода (≤ 10 бар): $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0.4}$

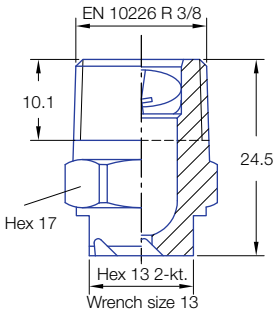
Овальнофакельные форсунки
Серия 400.291

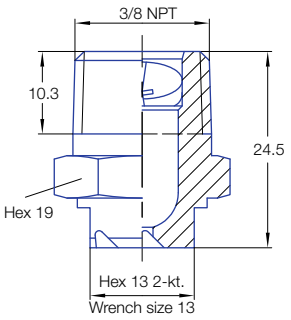
Серия 400.291

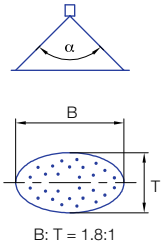
Овальнофакельные форсунки с углом раскрытия 90x60°

Применение:
Сегменты блюмовых и слябовых МНЛЗ с однофазным охлаждением. Идеально подходят для охлаждения опорных роликов с целью предотвратить эрозию краев кристаллизатора; охлаждение узкой стороны сляба.









Номенклатурный номер	Резьба				Наименьшее проходное сечение, мм	Расход, л/мин Давление, бар					
	3/8 NPT	R 1/2"	R 3/8"	R 3/8" Со стопорным кольцом		1	2	3	5	7	10
400.291.30.X6	○	-	○	○	1.05	1.5	2.0	2.4	3.1	3.6	4.3
400.291.30.X4	○	-	○	○	1.25	2.0	2.7	3.3	4.2	4.9	5.8
400.291.30.X5	○	○	○	○	1.45	2.4	3.4	4.1	5.2	6.1	7.2
400.291.30.X0	○	○	○	○	1.7	3.2	4.4	5.3	6.8	8.0	9.4
400.291.30.X1	○	-	○	-	1.95	4.2	5.9	7.1	9.0	10.5	12.5
400.291.30.X2	○	-	○	-	2.15	4.9	6.8	8.3	10.5	12.3	14.5
400.291.30.X7	-	-	○	-	3.2	11.5	16.0	19.3	24.6	28.8	34.1

Материал: 30 (латунь), 16 (нерж. сталь) по запросу.
Дополнительная техническая информация по запросу.

3/8 NPT: X=1
R 1/2: X=7
R 3/8: X=0
R 3/8 со стопорным кольцом: X=5
3/8 NPT со стопорным кольцом: X=6

Пример заказа:	Тип	+	Резьба	=	Номер
	400.291.30.X6	+	**3/8 NPT**	=	**400.291.30.16**

Формула расчета расхода (≤ 10 бар): $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0.4}$

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ЗОНЫ ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Помимо высококачественных форсунок, Lechler также готов предоставить свои знания в области непрерывной разливки и технологии вторичного охлаждения.

Система вторичного охлаждения является одним из важнейших участков МНЛЗ, и ее модификация может внести значительный вклад в повышение производительности и качества.

Технологический аудит вторичного охлаждения представляет собой системный и структурированный подход, позволяющий определить, как существующая система вторичного охлаждения, ее эксплуатация и автоматизация технологических процессов влияют на качество и производительность.

Задачи аудита могут варьироваться от простого увеличения производительности форсунок до полной модернизации системы вторичного охлаждения.

Аудит вторичного охлаждения

- Анализ существующих условий
- Выявление проблем
- Разработка решений
- Техническое предложение и план его внедрения в производство для достижения целей заказчика

Определение целей аудита

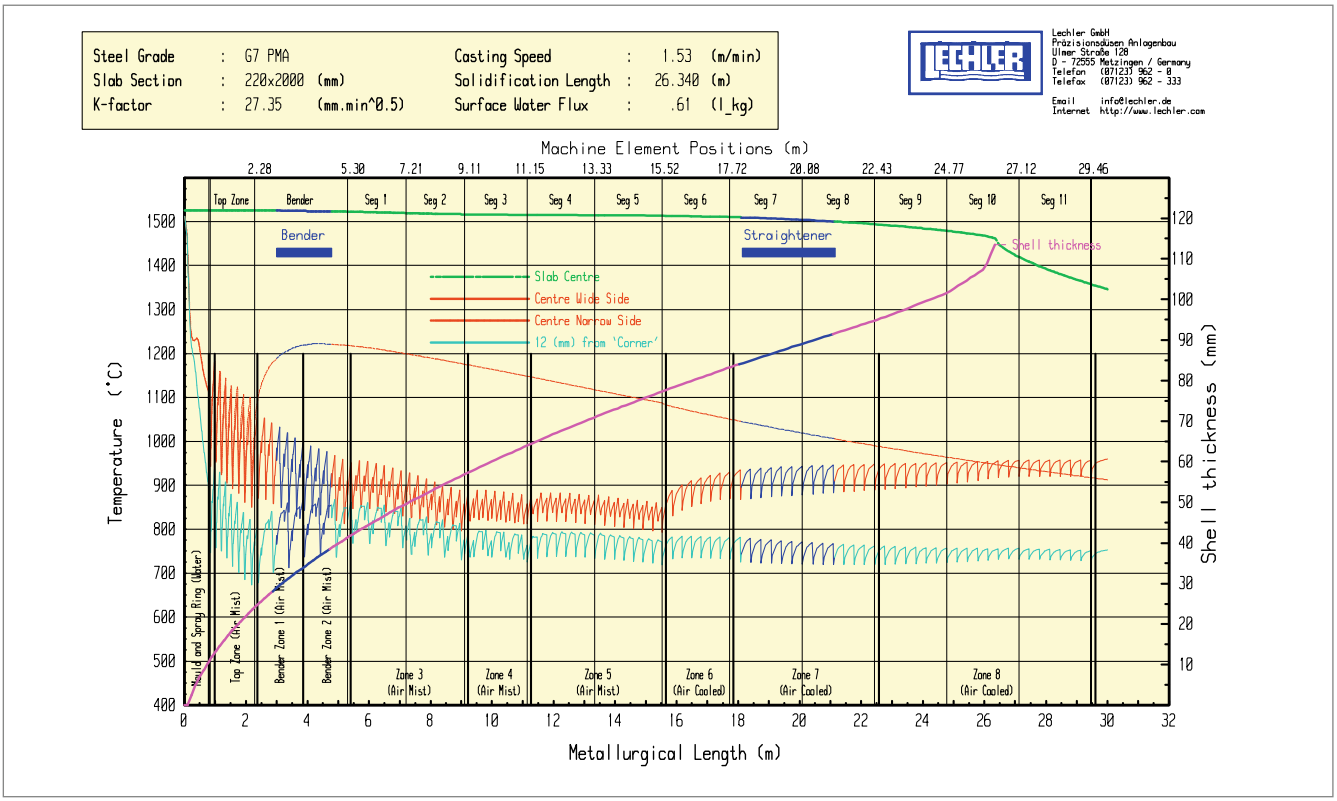
- Устранение проблем с качеством заготовки
- Оптимизация технического обслуживания и снижение затрат
- Повышение скорости разливки
- Разливка дополнительных форматов и марок сталей

Стандартная процедура аудита

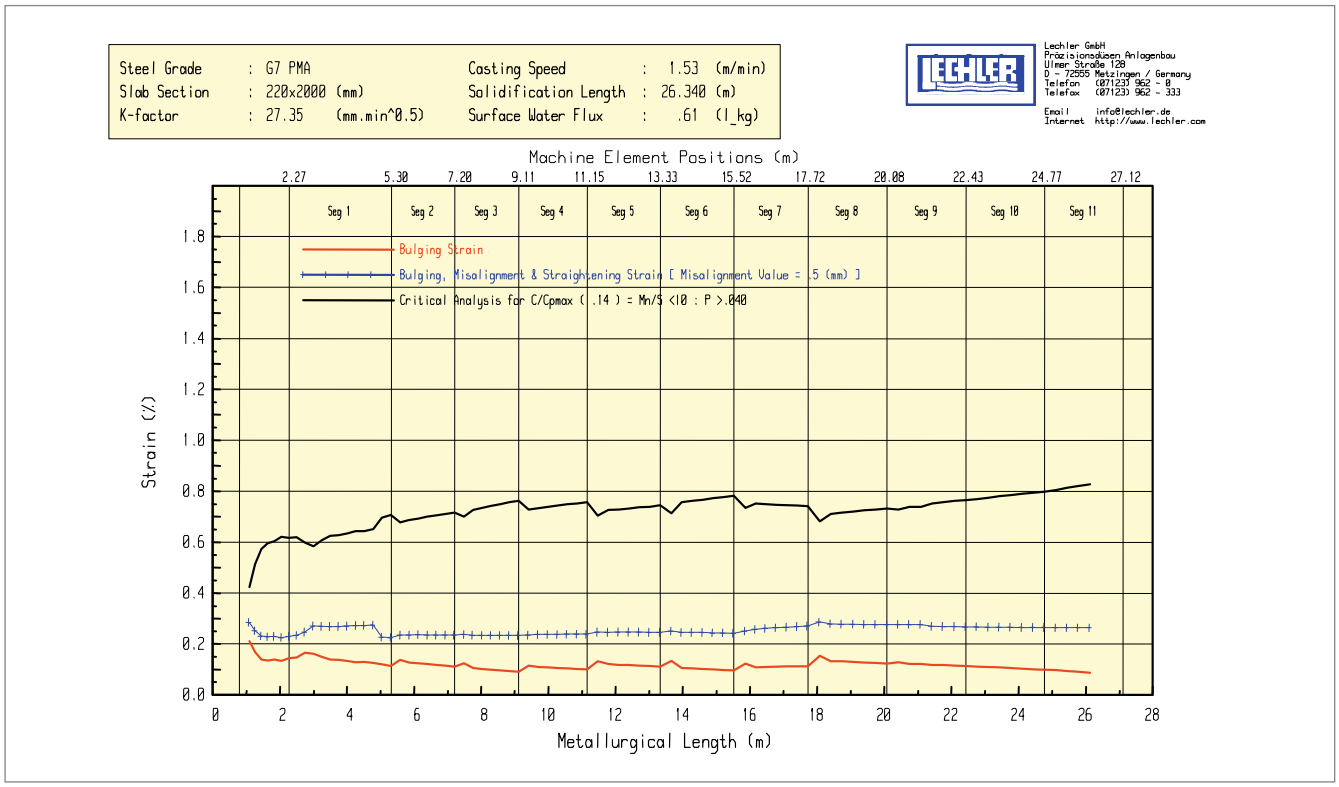
- Анализ существующих условий
- Выявление проблем
- Посещение объекта
- Выполнение работы
- Передача отчета заказчику

Предложение решений

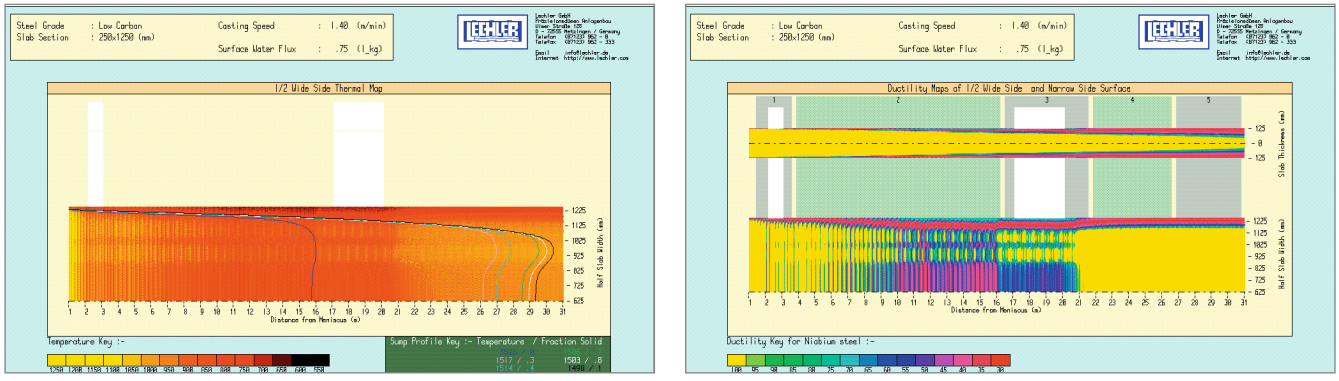
- Оценка существующих условий разливки
- Распылительный план и форсунки
- Максимальный и минимальный расходы
- Изменения трубной обвязки
- КИП
- Контроль ЗВО
- Рекомендации по эксплуатации и техническому обслуживанию



Пример профиля температуры и кристаллизации



Профиль напряжений



Температура поверхности и профиль кристаллизации сляба (слева), профиль пластичности поверхности сляба (справа)

ПРИЧИНЫ ЗАМЕНЫ ФОРСУНОК

Введение

Как и в случае с любым оборудованием и средствами производства, не допускается игнорирование надлежащего технического обслуживания форсунок, поскольку существует множество факторов, влияющих на их производительность и качество работы с течением времени. Необходимо регулярно проводить проверку и техническое обслуживание форсунок, а также плановую замену, чтобы сохранить качество продукции и обеспечить требуемую работу производственных процессов.

На ранних этапах ухудшения производительности форсунок, общий эффект может быть слабо заметен. Зачастую трудно определить источник проблемы, особенно если не знать, что искать. Помимо дополнительных расходов на электроэнергию, воду, химикаты и другие материалы, низкая эффективность распыления также непосредственно влияет на качество металла.

Поврежденные, изношенные или засоренные форсунки оказывают негативное влияние на качество заготовки, производительность и работу МНЛЗ в целом.

Далее приведены основные проблемы, возникающие при использовании неподходящих форсунок, неправильно установленных, и при неправильном и недостаточном обслуживании. Необходимо иметь ввиду, что форсунки не могут работать вечно, поэтому техническое обслуживание форсунок имеет особое значение.

Износ

Постепенное удаление металла из выходного отверстия и внутренней части форсунки, в результате этого они становятся больше и меняют форму. Расход через форсунку увеличивается, может произойти падение давления, факел становится неравномерным, капли увеличиваются.

Коррозия

Разрушение материала форсунки из-за химического воздействия распыляемого материала или окружающей среды. Результат такого воздействия аналогичен результату износа. Возможно дополнительное повреждение наружной поверхности форсунки.

Отложения

Отложение веществ на краях выходного отверстия и внутри форсунки, вызванное испарением жидкости. В результате образуется слой твердого вещества, который блокирует отверстие и нарушает внутреннюю геометрию форсунки.

Засорение

Нежелательные твердые частицы застревают внутри форсунки, ограничивают поток жидкости и нарушают равномерность пятна форсунки и качество распыления.

Забитое отверстие форсунки.

Неправильная сборка

Некоторые форсунки требуется особенно внимательно собирать после очистки, поскольку внутренние компоненты, такие как прокладки, уплотнительные кольца и внутренние клапаны должны быть правильно расположены. Неправильное размещение может стать причиной утечек, а также снижения качества распыления. Чрезмерное перетягивание гаек может привести к срыву резьбы.

Физическое повреждение

Повреждение форсунки в результате неосторожного обращения при монтаже или эксплуатации. Маленькие форсунки могут быть серьезно повреждены при использовании неправильных инструментов для очистки.

Повышение расхода

Во всех форсунках расход будет возрастать по мере разрушения выходного отверстия и внутренней геометрии. При использовании центробежных насосов это приведет к возникновению разных значений расходов при относительно одинаковом давлении. В результате возрастут расходы на химикаты и воду. Это также негативно скажется на качестве металла.

При использовании плунжерных насосов, обеспечивающих необходимый расход вне зависимости от рабочего давления, давление будет снижаться по мере увеличения отверстия в форсунке в результате износа или коррозии. Это окажет негативное влияние на диапазон регулирования водовоздушных форсунок.

Качество распыления

Факел плоскофакельных форсунок нарушается по мере износа форсунки и нарушения геометрии выходного отверстия, одновременно с этим уменьшается эффективность и равномерность распыления. В случаях, когда важна равномерность распыления, например, при нанесении покрытий, неоднородность факела окажет негативное влияние на качество конечного продукта.

Механическое повреждение накидной гайки после контакта с роликами.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ФОРСУНОК

Как обнаружить неисправность форсунки

Расход
При использовании центробежных насосов расход форсунки обычно возрастает при заданном давлении, когда выходное отверстие продолжает изнашиваться. Поскольку увеличившийся расход не будет визуально заметен, необходимо периодически проверять расход. Такие проверки можно проводить, контролируя показания расходомеров, или путем сбора и измерения жидкости из форсунки в течении определенного промежутка времени при заданном давлении. Эти показания можно сравнить с расходом, приведенным в таблице каталога или показаниями расхода новых форсунок, которые еще не использовались. При использовании плунжерных насосов износ форсунки сопровождается падением давления в системе, в то время как значение расхода остается неизменным.

След форсунки
При визуальном осмотре легко выявляются изменения в равномерности факела, которые возникают при повреждении или засорении форсунки. Однако в случаях, когда износ происходит постепенно, изменения факела могут быть не обнаружены до тех пор, пока значительно не возрастет расход. Если для ваших задач требуется идеальная равномерность распыления, то необходимо использовать специальное оборудование или испытания для проверки однородности распыления.

Расположение форсунок
При использовании нескольких форсунок на коллекторе, чтобы обеспечить равномерное покрытия поверхности форсунками, необходимо правильно выставить форсунки друг относительно друга. Ориентация факела также должна соответствовать проектным значениям.

Водоподготовка

Рекомендуется уменьшить содержание абразивных частиц или концентрацию агрессивных химических веществ. Несмотря на сложность этой задачи, уменьшение содержания абразивных частиц в подаваемой жидкости и изменения размера и формы частиц может уменьшить изнашивающее воздействие. В случае наличия коррозии возможно снижать активность раствора, используя разные концентрации и температуры, в зависимости от содержащихся в воде химических веществ.

Во многих случаях ухудшение состояния форсунки и ее засорение случаются из-за наличия твердых частиц загрязнения в распыляемой жидкости. В непрерывных водооборотных циклах, вода может содержать грязь и мусор, которые вызывают засорение и износ форсунок. Для того чтобы свести к минимуму эту проблему, рекомендуется обратить внимание на качество фильтрации. Фильтр нужно выбирать таким образом, чтобы он улавливал крупные частицы, которые могут привести к засорению форсунки.

Аккуратная очистка форсунок

При проведении стандартной процедуры проверки и технического обслуживания форсунок необходимо регулярно производить очистку загрязненных форсунок. Для этого следует использовать средства, изготовленные из более мягких материалов. чем сама форсунка. В противном случае можно нарушить геометрию форсунки, что приведет к нарушению распыления и увеличению расхода.

Допустимо использовать специальные щетки, деревянный и пластиковый инструмент. Не рекомендуется использовать металлические щетки, карманные ножи и прочий инструмент, способный нарушить геометрию сопла. При наличии устойчивого засорения рекомендуется выдержать форсунку в неагрессивном химическом очистителе, для размягчения или растворение загрязнения.

Также можно удалить загрязнение посредством очистки в ультразвуковой ванне со слабой кислотой.

Параметры воды и воздуха

Lechler рекомендует поддерживать следующие параметры воды и воздуха.

Качество воздуха

Точка росы
3°C

Степень очистки
Удаление 99.9% частиц размером 5 микрон

Удаление 99.5% частиц размером 1 микрон

Не содержащий масла
Необходим контроль давления и его поддержание на постоянном уровне.

Качество воды

Качество воды должно соответствовать следующим характеристикам:

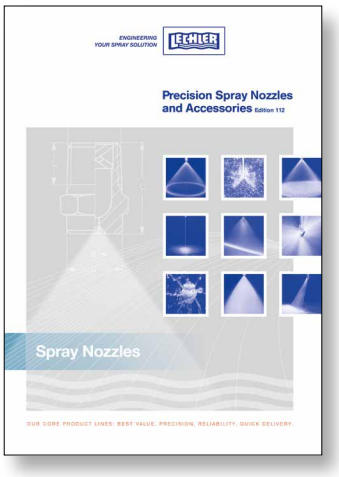
Взвешенные вещества	20 м.д.
Размер частиц	0.2 мм
Общее содержание солей	3000 м.д.
Сульфаты (SO_4)	500 м.д.
Хлориды (Cl)	250 м.д.
Силикаты (в виде SiO_2)	150 м.д.
Карбонатная жесткость ($CaCO_3$)	300 м.д.
Общая жесткость ($CaCO_3$)	1000 м.д.
pH	6 – 9.5
Свободные масла	5 м.д.
Растворенные масла	10 м.д.

Форсунка после прорыва ручья

ВЫ МОЖЕТЕ ОЗНАКОМИТЬСЯ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ О ФОРСУНКАХ В НАШЕМ ОБЩЕМ КАТАЛОГЕ…

Общий каталог Lechler – это пользующееся спросом руководство по выбору форсунок.

Он содержит ценные рабочие рекомендации и большой объем технической информации о продукции Lechler и инструкции по заказу форсунок.



…И В НАШИХ СПЕЦИАЛЬНЫХ БРОШЮРАХ

Наши тематические брошюры посвящены специальным форсункам, применяемым в металлургических процессах. Вполне возможно, что Вы или Ваши коллеги, заинтересуетесь ими после ознакомления с данной брошюрой по непрерывной разливке.

Все брюшюры и каталоги можно загрузить на нашем сайте по адресу: www.lechler.com

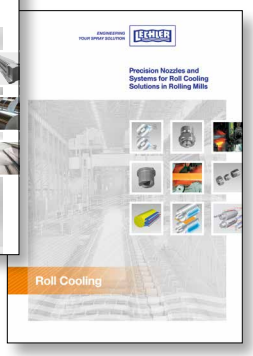
Обратитесь к нам – мы вышлем Вам брошюры и окажем необходимую помощь в подборе форсунок.

Брошюра «Форсунки гидросбива окалины»

Брошюра «Прецизионные распылительные форсунки для линий травления»

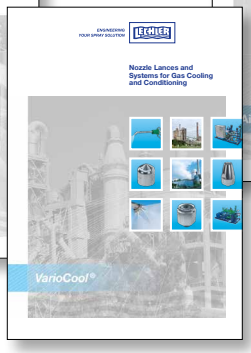
Брошюра «Billetcooler FLEX®»

Брошюра «SELECTOSPRAY© электропневматические системы охлаждения валков»



Брошюра «Высокоточные форсунки и решения для охлаждения валков в прокатных станах»

Брошюра «Каплеотделители»



Брошюра «VarioCool© Форсунки, копья и системы для газоочистки и охлаждения газов»

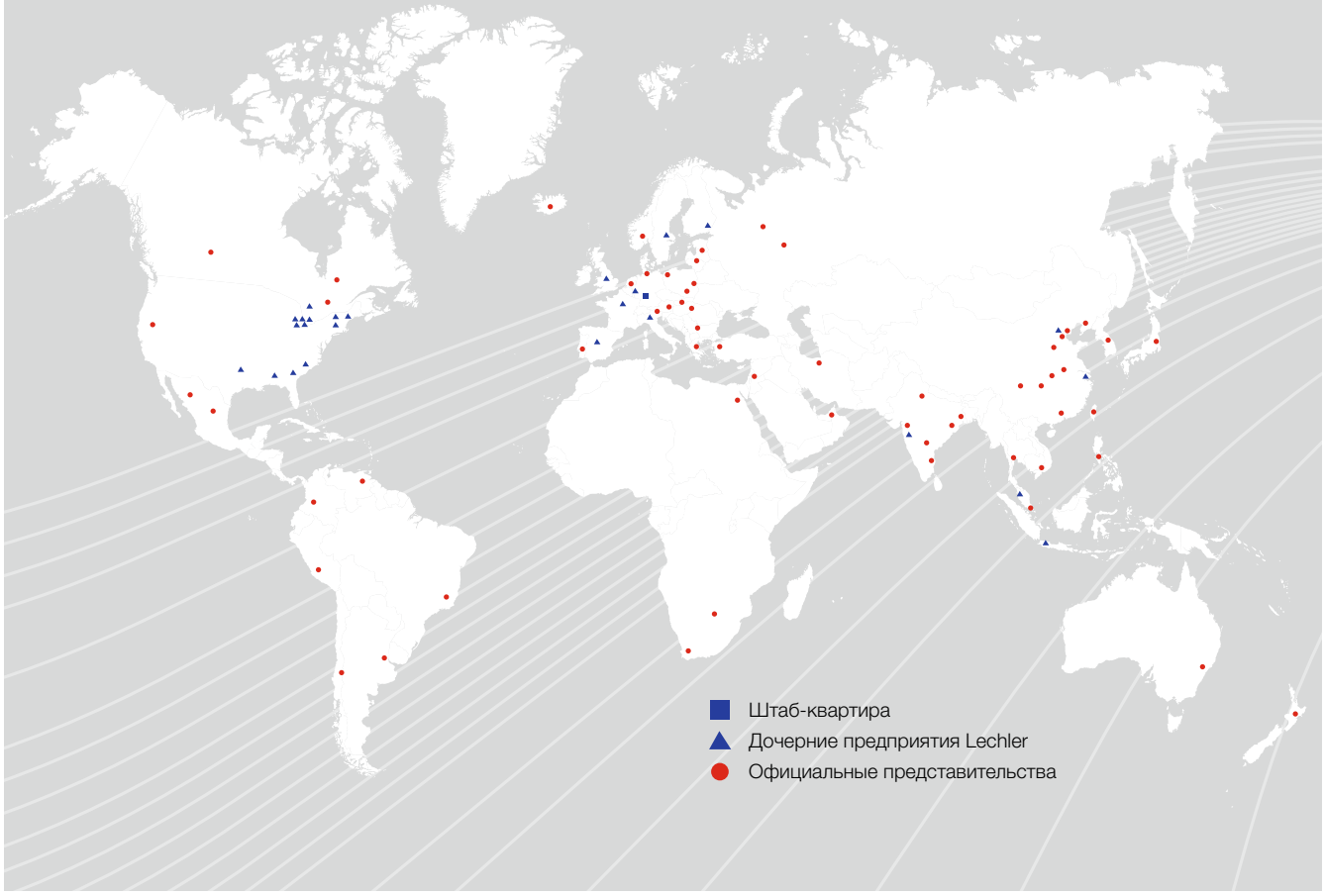
Брошюра «Воздушные форсунки»

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ENGINEERING
YOUR SPRAY SOLUTION

LECHLER В МИРЕ



Lechler GmbH · Precision Nozzles · Nozzle Systems
P.O. Box 13 23 · 72544 Metzingen, Germany · Phone: +49 7123 962-0 · Fax: +49 7123 962-444 · info@lechler.de · www.lechler.com

ASEAN: Lechler Spray Technology Sdn. Bhd. · No. 23, Jalan Teknologi 3/3A · Taman Sains Selangor 1 · Kota Damansara, PJU 5 · 47810 Petaling Jaya · Malaysia · info@lechler.com.my
Belgium: Lechler S.A./N.V. · Avenue Newton 4 · 1300 Wavre · Phone: +32 10 225022 · Fax: +32 10 243901 · info@lechler.be
China: Lechler Intl. Trad. Co. Ltd. · Beijing · Rm. 418 Landmark Tower · No. 8 Dong San Huan Bei Lu · Phone: +86 10 84537968, Fax: +86 10 84537458 · info@lechler.com.cn
Finland: Lechler Oy · Ansatie 6 a C 3 krs · 01740 Vantaa · Phone: +358 207 856880 · Fax: +358 207 856881 · info@lechler.fi
France: Lechler France, SAS · Bât. CAP2 · 66-72, Rue Marceau · 93558 Montreuil · Phone: +33 1 49882600 · Fax: +33 1 49882609 · info@lechler.fr
Great Britain: Lechler Ltd. · 1 Fell Street, Newhall · Sheffield, S9 2TP · Phone: +44 114 2492020 · Fax: +44 114 2493600 · info@lechler.com
India: Lechler (India) Pvt. Ltd. · Plot B-2 · Main Road · Wagle Industrial Estate · Thane (W) - 400604 · Phone: +91 22 40634444 · Fax: +91 22 40634498 · lechler@lechlerindia.com
Italy: Lechler Spray Technology S.r.l. · Via Don Dossetti 2 · 20080 Carpiano (Mi) · Phone: +39 02 98859027 · Fax: +39 02 9815647 · info@lechleritalia.com
Spain: Lechler S.A. · Avda. Pirineos 7 · Oficina B7, Edificio Inbisa I · 28700 San Sebastián de los Reyes, Madrid · Phone: +34 91 6586346 · Fax: +34 91 6586347 · info@lechler.es
Sweden: Lechler AB · Kungsängsvägen 31 B · 753 23 Uppsala · Phone: +46 18 167030 · Fax: +46 18 167031 · info@lechler.se
USA: Lechler Inc. · 445 Kautz Road · St. Charles, IL. 60174 · Phone: +1 630 3776611 · Fax: +1 630 3776657 · info@lechlerUSA.com

Edition 04/20 · EN · 500 · S-2020-8400-042 · www.dgm-kommunikation.de · GO · Subject to technical modifications.