

## **О стабилизации теплонапряженности машины импульсной резки горячего металла при эксплуатации**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского ХАИ»*

Изложены результаты исследований теплонапряженности при длительной промышленной эксплуатации в заготовительном и прокатном производстве.

**Ключевые слова:** нагрев тепловой, напряжение, прочность, эксплуатация.

Приступая к проектированию импульсного режущего комплекса, следует прежде всего оценить возможную степень разогрева элементов конструкции машины импульсной резки (МИР), проанализировав термические особенности технологической линии, предполагаемую скорость повышения температуры, интенсивность тепловых потоков, наличие естественных источников охлаждения, а также степень их влияния и т.п. По результатам анализа принимают решение о необходимости оснащения комплекса МИР системой снижения и стабилизации теплонапряженности, которую следует применить в конкретном случае, т.е. по прогнозируемым показателям температурного состояния нужно установить степень обязательности принятия специальных мер для предотвращения избыточного нагрева узлов и деталей, определить состав системы и назначить способы охлаждения МИР [1].

Несмотря на то что время фактического контакта ударных частей МИР с материалом горячей  $750...1100^{\circ}\text{C}$  заготовки невелико (до 0,3–0,5 с), поверхностные слои материала ножа успевают получить некоторую долю теплоты, и при длительной работе температура инструмента может повышаться до недопустимого предела.

Кроме доли теплоты, получаемой инструментом и ударными частями МИР при контакте с заготовкой во время реза, в течение всего остального периода работы (в особенности это характерно для технологических линий непрерывного литья) эти узлы и детали подвержены воздействию теплотока при радиационно-конвективном теплообмене между ними и заготовкой. При длительной работе их нагрев может быть весьма значительным вплоть до температур рекристаллизации, что нарушает исходную термообработку, изменяет показатели прочности материала деталей [2].

Как показал опыт промышленной эксплуатации вертикальных МИР в условиях машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), когда много часов кряду продолжается разливка стали в режиме «плавка на плавку», детали шабота, который расположен ближе всего к горячей заготовке, разогреваются за счет контакта ножей с заготовкой и конвективной теплоты до  $300...350^{\circ}\text{C}$  (рис. 1). При таких уровнях нагрева необходимо применение индивидуальных мер для снижения температуры, для чего при проектировании предусматривают установку форсунок мелкого распыла с направлением струи водяного тумана снизу вверх на верхний нож МИР и прилегающую поверхность ножевой плиты шабота. Подобным способом можно охлаждать поверхность бойка и нижний нож [3, 4].

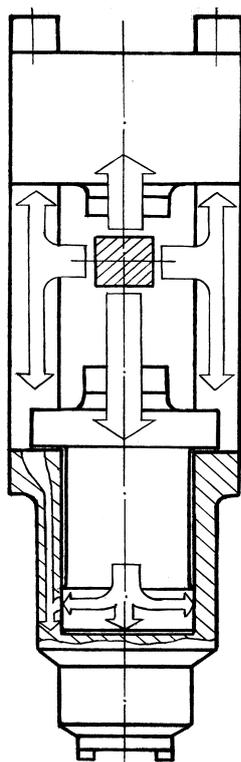


Рис. 1. Схема теплоточков от заготовки

При длительном воздействии теплота вследствие теплопроводности материала распространяется вдоль колонн до корпуса расширительной полости и далее до камеры сгорания, что приводит к недопустимому разогреву зоны верхней части устройства запирания (рис. 2).

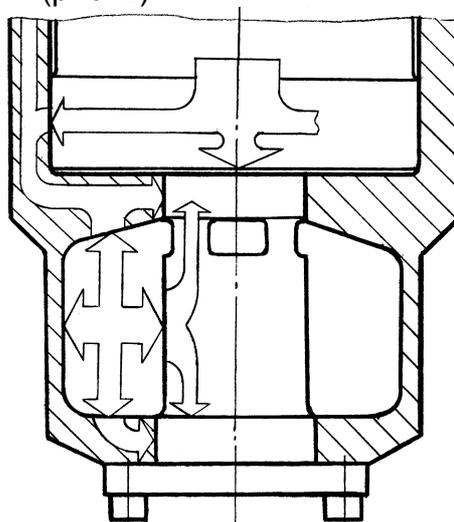


Рис. 2. Схема разогрева камеры и её узлов от теплоты сгорания смеси

Этому способствует приток части теплоты, которая образуется в результате сгорания энергоносителя и частично воспринимается гильзой запирающе-перепускного устройства, а также внутренней поверхностью камеры сгорания. Суммарное воздействие этих теплоточков может нарушать работу межэлементных эластичных уплотнений, приводить к потере герметичности, и как следствие, – к вынужденной остановке агрегата. Поэтому для сохранения работоспособности

уплотнений следует предусматривать охлаждение и этих зон.

При установке МИР на МНЛЗ частота циклов резки зависит от скорости вытягивания заготовки и ее мерной длины. Интервал между циклами может колебаться при этом от 40–50 с до 3–5 мин. При таких относительно больших интервалах количество теплоты от воздействия сгоревшей тепловоздушной смеси, поглощаемое гильзой устройства запирания и стенками камеры, находится в приемлемых пределах и охлаждать гильзу и находящиеся в ней детали, как правило, нет необходимости. Однако при большой цикличности, которая характерна, например, для прокатного или заготовительного производства, где интервалы между циклами могут составлять 5–6 с, нагрев узлов камеры сгорания весьма значителен. Кроме этого при торможении клапана устройства запирания в пределах демпфирующего объема энергия его движения преобразуется в значительной степени в тепловую и демпфирующая жидкость также сильно разогревается, повышая общую теплонапряженность. В этих случаях при проектировании запирающе-перепускных устройств необходимо предусматривать возможность протока охлаждающей среды, например, в кольцевом пространстве между гильзой и стаканом встроенного гидроаккумулятора.

Один из вариантов подвода охлаждающей жидкости показан на рис. 3, а. На рис. 3, б показан способ охлаждения верхней части устройства запирания, где смонтированы эластичные уплотнительные элементы. В обоих случаях тонкую струю воды направляют к входному отверстию и вода, под напором попадая внутрь полости и обтекая её, отбирает теплоту, после чего сливается через выходное отверстие. Полость охлаждается в течение всего времени, пока силовой корпус неподвижен между рабочими циклами. Подобный способ охлаждения имеет преимущество, состоящее в том, что к силовому корпусу МИР нет необходимости непосредственно присоединять дополнительные гибкие трубопроводы.

Кроме узлов камеры сгорания импульсной машины значительному нагреву в процессе работы могут подвергаться элементы системы пневмоамортизации. Здесь степень нагрева зависит от выбора способа демпфирования, места расположения пневмоамортизаторов на опоре и от их конструкции. Поэтому задачи снижения теплонапряженности в системе пневмоподвески МИР можно в большинстве случаев решить при проектировании этой пневмосистемы.

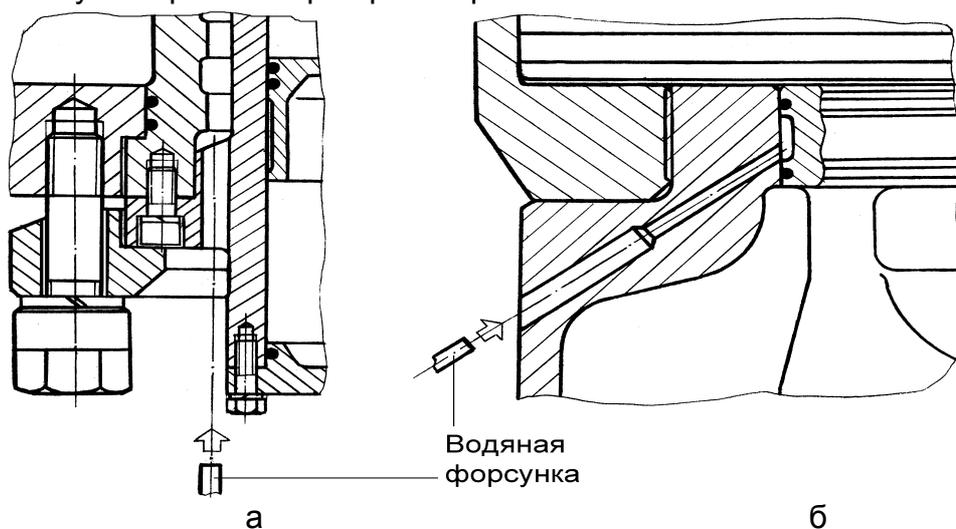


Рис. 3. Схемы охлаждения узлов устройства запирания МИР: а – подвод воды к рубашке гидроаккумулятора ; б – способ охлаждения верхнего уплотнения

Одной из мер предотвращения перегрева элементов конструкции является установка экранов-отражателей, ограничивающих радиационно-конвективный теплообмен между раскаленной заготовкой и опорно-демпфирующей системой. Весьма эффективным является также способ местного охлаждения мелкодисперсной струей воды из специально установленных форсунок. При необходимости в проекте предусматривают возможность предохранения от избыточного нагревания мест подвижных соединений корпусов пневмоамортизаторов с их штоками, т.е. зон, где установлены эластичные уплотнительные элементы, вероятность выхода из строя которых от перегрева наиболее высока. Здесь также можно выполнить кольцевой канал вокруг антифрикционной уплотнительной буксы по схеме, сходной с примененной при охлаждении верхней части гильзы устройства запирания (рис. 3, б), где зона отбора тепла окружена полостью с двумя (входным и выходным) отверстиями для прохода охлаждающей жидкости. В этом случае подвод воды можно осуществлять жестким трубопроводом (при неподвижном относительно опоры пневмоамортизаторе) или гибким рукавом (если пневмодемпфер подвешен шарнирно). Расход воды при этом значительно уменьшается. В целом для решения задач охлаждения элементов одной МИР в зависимости от схемы и количества мест отбора тепла достаточно расхода  $0,01 \dots 0,05 \text{ м}^3$  охлаждающей жидкости в минуту.

К недостаткам жидкостных способов снижения теплонапряженности следует отнести, в первую очередь, необходимость удаления из зоны установки режущего агрегата МИР стекающих остатков воды. Это в определенной степени проблематично при монтаже импульсной машины в приямке (линии заготовительного производства) в отличие от линии непрерывного литья, где, как правило, существует централизованная система водосбора и удаления воды. Стекающая от комплекса МИР вода из систем охлаждения попадает в общий сборник и удаляется плановым способом. Поэтому в случае использования одиночной МИР с установкой её в колодце или приямке следует предусмотреть в проекте наличие специального сборника для стока охлаждающей воды и установку откачивающего насоса для её удаления.

При жидкостном охлаждении существует опасность, что стекающая по силовому корпусу МИР вода вследствие негерметичности соединений может попасть в электросвечные узлы и нарушать цикл поджога смеси. Поэтому необходимо уделять повышенное внимание водонепроницаемости мест установки свечей.

Кроме жидкостных, как наиболее эффективных способов отбора теплоты можно применять системы обдува интенсивно нагревающихся зон направленным потоком холодного воздуха. В частности, этот способ удобно применить для охлаждения верхнего ножа МИР вертикальной компоновки, который расположен весьма близко к горячей заготовке. Этот способ охлаждения также используют при импульсной резке заготовок из сталей и сплавов, не допускающих применения охлаждающих жидкостей при их горячей обработке.

В целом состав, способ осуществления и конструкцию системы охлаждения определяют индивидуально при проектировании в каждом конкретном случае использования импульсного оборудования с учетом задач, выполняемых одиночной машиной или комплексом МИР в промышленной технологической линии.

### Список литературы

1. Импульсная резка горячего металла [Текст] / В.С. Кривцов, А.Ю. Боташев, А.Н. Застела и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ». – 2005.– 476 с.
2. Яловой Н.И. Тепловые процессы при обработке металлов и сплавов давлением [Текст] / Н.И. Яловой, М.А. Тылкин, П.И. Полухин – М.: Высш. шк., 1973. – 631 с.
3. Мазниченко, С.А. Некоторые результаты анализа длительной эксплуатации ножей высокоскоростных машин для резки горячих металлических заготовок [Текст] // Обработка металлов давлением в машиностроении: сб. науч. тр. – Х.: Вища шк. – 1982. – Вып. 18. – С. 67 – 72.
4. Мазниченко, С.А. Работа ножей при высокоскоростной резке горячих заготовок [Текст] / С.А. Мазниченко, Т.А. Сырицкая // Обработка металлов давлением в машиностроении: сб. науч. тр. – Х.: Вища шк. – 1984. – Вып.20. – С. 35 – 37.

**Рецензент:** д. т. н., проф., зав. каф. В.Н. Кобрин, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

Поступила в редакцию 21.07.12.

### Про стабілізацію теплонапруженості машин імпульсної різки гарячого металу при експлуатації

Викладено результати досліджень теплонапруженості при тривалій промисловій експлуатації в заготівельному і прокатному виробництві.

**Ключові слова:** нагрівання тепловий, напруження, міцність, експлуатація.

### About stabilization of impulse cutting machine calorific intensity during operation

The results of researches impulse cutting machine calorific intensity during long-term commercial operation of in rolling and preliminary industry are stated in the article.

**Keywords:** heating thermal, tension, strength, exploitation.