

The paper considers the method of measuring the speed and distribution of ammunition striking elements in directions of expansion during navigation tests. The patented design of semicircle target for capturing the striking elements in the bodily sector ($\varphi_{hor} = 43^\circ$, $\varphi_{ver} = 17.5^\circ$) at explosion of small-caliber ammunition is also described. The paper presents the analysis of the structure and operation of the workstation based on the 6-channel high speed recorder ЦЗО-06 with a sampling rate up to 100 MHz produced by closed joint-stock company "Rudnev-Shilyaev" and IBM personal computer.

Keywords: ammunition, measurement, automation, speed, direction of expansion

Получено: 14.11.12

УДК 621-923-71

Д. С. Люпа, кандидат технических наук, доцент;
Т. Н. Иванова, кандидат технических наук, доцент;
О. С. Люпа, аспирант;

А. И. Коршунов, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ПРИМЕНЕНИЕ ХОЛОДА В КАЧЕСТВЕ ПРИЕМА, РАСШИРЯЮЩЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОСНАСТКИ

Рассматривается способ охлаждения электромагнитного приспособления, используемого при чистовом плоском шлифовании деталей, путем непосредственного отвода тепла как изнутри приспособления, так и с внешней его поверхности. Применение внутреннего охлаждения позволяет снизить величину тепловой деформации как обрабатываемой плоской детали путем интенсификации теплоотвода через установочную поверхность, так и самого приспособления путем подачи хладагента по внутреннему змеевику. В результате повышается точность обработки и обеспечивается улучшение качества обрабатываемых деталей.

Ключевые слова: шлифование, охлаждение, электромагнитное приспособление, точность, теплоотвод

Для современного машиностроения характерна тенденция все большей ориентированности производства на удовлетворение конкретных запросов потребителей и повышение эффективности эксплуатации существующих изделий и оборудования. Этого можно достичь путем повышения качества, надежности и долговечности выпускаемых изделий, в том числе за счет применения производительной и экономичной оснастки на металлорежущих станках.

Применение производительных и экономичных приспособлений на металлорежущих станках имеет большое значение в механизации производства. К ним можно отнести магнитные приспособления для закрепления обрабатываемых деталей на плоскошлифовальных станках, которые получили широкое распространение. Ни один из существующих способов закрепления шлифуемых деталей из магнитного материала по своей скорости и простоте не может сравниться с закреплением деталей при помощи магнитного приспособления.

Такие приспособления появились еще в конце XIX века. Безусловно, современные представители этого вида магнитных приспособлений более совершенны по своим характеристикам. Однако область их применения осталась прежней – плоское шлифование. Широкое применение магнитных плит при плоском шлифовании объясняется, прежде всего, тем, что этот вид станочных приспособлений отличается достаточной простотой конструкции, отсутствием дефицитных материалов, высокой жесткостью и производительностью, удобством управления и автоматизации [3].

Обрабатываемая деталь с большой магнитной проницаемостью (чугун, железо, незакаленная, закаленная и легированная сталь) своей опорной поверхностью прочно прикрепляется к приспособлению, и в этом случае остальные поверхности детали доступны для обработки. Закрепление детали осуществляется не сосредоточенной нагрузкой зажимных элементов, а равномерным ее притяжением к установочной поверхности приспособления, что сводит к минимуму погрешность закрепления, повышая тем самым точность обработки. Закрепление и открепление детали осуществляется очень быстро простым включением или выключением электрического тока [4].

Постоянное совершенствование конструкций магнитных приспособлений дает основание утверждать, что использованы еще далеко не все резервы их возможностей и областей применения. Значительный вклад в теорию и практику использования магнитной технологической оснастки внесли такие ученые, как О. Я. Константинов, А. Я. Верников, М. П. Рашкович, Л. Б. Ганзбург, Е. В. Комаров, Ю. И. Кузнецов и др., которыми проводится большая работа по развитию, совершенствованию и расширению области применения приспособлений магнитного типа, что делает работы по их исследованию и оптимизации особенно актуальными.

Магнитное приспособление, являясь звеном технологического процесса, должно обеспечивать его реализацию и необходимые показатели. Это основное требование к приспособлениям, определяемое их назначением и ролью в технологической системе СПИД, через которую магнитное приспособление

влияет на производительность и точность процесса. Кроме того, приспособление должно быть надежным, безопасным и удобным в эксплуатации, а также простым в изготовлении.

Одним из серьезных недостатков магнитных приспособлений является их частое повреждение, которое вызывается в большинстве случаев охлаждающей жидкостью, попадающей через мельчайшие щели внутри плиты и производящей короткое замыкание в обмотках катушек. Для изоляции катушек от жидкости их помещают в специальные кожухи, изготовленные из диамагнитного материала. Слои припоя между вставками и стенками верхней плиты часто имеют мельчайшие каналы, возникающие при охлаждении или недостаточно качественном заполнении припоя, через которые во внутреннюю полость плиты также попадают частицы жидкости.

С целью расширения технологических возможностей таких приспособлений, а именно упрощения конструкции, одновременного увеличения точности и качества обработки деталей за счет увеличения теплоотвода от обрабатываемой поверхности, разработана конструкция магнитного приспособления с внутренним охлаждением в зоне крепления детали [1]. Так как при обработке тонких деталей (толщиной 0,5...2,5 мм при длине до 100 мм и ширине 5...15 мм) в результате нагрева плиты во время работы происходит их деформация, появляется отклонение от плоскостности в форме выпуклости или вогнутости.

Рассмотрим кратко основные особенности конструкции магнитного приспособления (рис. 1), которое имеет основание 1, к которому винтами крепится корпус 2 с окнами, в которые вставлены сердечники 3. На каждом сердечнике 3 смонтирована электромагнитная катушка 4. На корпус 2 установлена опорная магнитная плита 5 с окнами, в которые вставлены сердечники 3, отделенные от опорной магнитной плиты 5 заливкой 6 из немагнитного сплава для их изолирования. Между плитой 5 и корпусом 2 установлена прокладка 7 с низким коэффициентом теплопроводности для теплоизоляции и уменьшения охлаждающего эффекта на корпус 2 и катушки 4, что позволяет увеличить теплоотвод от обрабатываемой детали 8 и корпуса 2. На рабочей поверхности опорной магнитной плиты 5 между окнами выполнена в виде плоской спирали канавка, в которой установлен змеевик 9 прямоугольного сечения. Сверху змеевик 9 и сердечники 3 шлифуются вместе с опорной магнитной плитой 5 для получения ровной зеркальной плоскости, повышающей точность базирования обрабатываемой детали 8. Причем рабочая площадь опорной плиты 5 и площадь змеевика 9 по зеркальной плоскости выбираются из условия надежного крепления детали. По змеевику 9 протекает хладагент, поступающий из патрубка 10 и вытекающий из патрубка 11. Концы патрубков 10, 11 соединены с холодильной камерой 12 (на рисунке не показано). Охлаждение обрабатываемой детали 8 с установочной стороны осуществляется посредством подачи хладагента по змеевику 9

из герметичной холодильной камеры 12, расположенной в нижней части станины шлифовального станка и работающей от сети переменного тока. Холодильная камера 12 состоит из генератора с электрическим нагревательным элементом 13, нагнетательной трубки 14, конденсатора 15, регулирующих вентилей 16, 17, накопителя 18, насоса 19. Наличие замкнутой циркуляции хладагента создает условия для отсутствия его потерь и уменьшения расхода и позволяет резко снизить температуру в зоне резания.

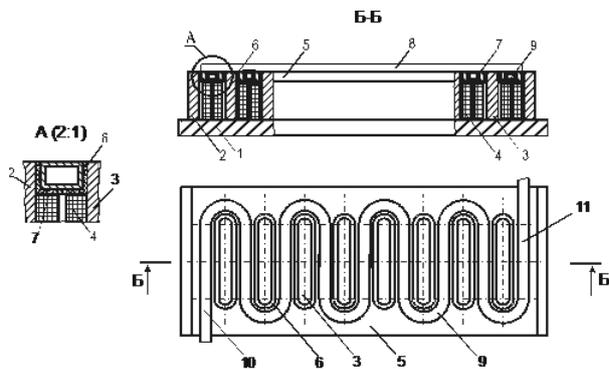


Рис. 1. Магнитное приспособление с внутренним охлаждением

Магнитное приспособление, являясь звеном технологического процесса, должно обеспечивать его реализацию и достижение необходимых показателей точности. Основные требования к магнитным приспособлениям следующие.

1. Анализ внешних сил или их составляющих, действующих на систему приспособление – закрепленная обрабатываемая деталь, влияющих на процесс крепления, определение, способствуют они либо препятствуют энергетической связи изделий с приспособлением.

Из всех перемещающих приспособление сил F_n выделяют те силы, которые сообщают приспособлению с деталями ускоренные, замедленные (силы $F_{n.a}$) либо вращательные (силы $F_{n.ц}$) движения, поскольку в первых двух случаях возникают инерционные, а в третьем – центробежные силы, воздействующие на связь изделий с приспособлением. При этом следует учитывать характер, место и направление приложения указанных сил, а также их изменения в процессе эксплуатации.

Технологические усилия F определяются силой резания P_z и весом G . Силовые требования технологического процесса к приспособлению могут быть выражены векторной суммой рассмотренных сил в функции времени t в общем виде:

$$\vec{F}_{n.a} + \vec{F}_{n.ц} + \vec{G} + \vec{P}_z = \vec{F}(t). \quad (1)$$

Вектор суммы разложим на две составляющие: нормальную $\vec{F}_n(t)$ к рабочей поверхности приспособления и касательную $\vec{F}_к(t)$ к этой поверхности. Векторы магнитной удерживающей силы $\vec{P}_{уд}$

и $\bar{F}_n(t)$ – коллинеарны, между их модулями в любой момент времени должно соблюдаться соотношение

$$P_{уд}(t) = kF_n(t), \quad (2)$$

где k – коэффициент запаса по удерживающей силе, который, в зависимости от вида технологического процесса, обычно выбирают в пределах 1,5 ÷ 2,5.

Если соблюдается равенство (2), то выполняется требование к сопротивлению на отрыв изделий от приспособления.

При эксплуатации может иметь место сдвиг изделия вдоль рабочей поверхности, либо его поворот вокруг некоторой оси, либо опрокидывание под действием внешних усилий. Сдвигающей силе $\bar{F}_k(t)$ оказывает сопротивление сила трения $\bar{F}_{тр}$, возникающая под действием векторной суммы нормальных сил:

$$F_{тр} = k_{тр} \left| \bar{P}_{уд} + \bar{F}_n \right|, \quad (3)$$

где $k_{тр}$ – коэффициент трения скольжения детали по рабочей поверхности приспособления.

Требования к сопротивлению на сдвиг изделия, закрепленного на магнитном приспособлении, может быть выражено выражением

$$kF_k(t) = k_{тр} \left| \bar{P}_{уд} + \bar{F}_n \right|. \quad (4)$$

Внешние силы могут опрокинуть закрепленную деталь относительно оси, принадлежащей рабочей поверхности и проходящей через одну из точек X_1 (рис. 2).

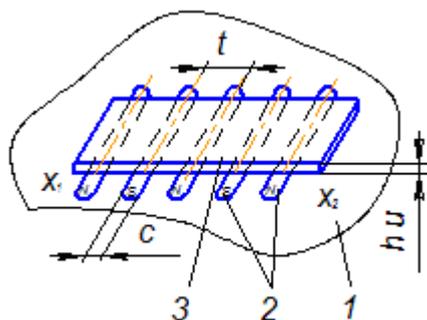


Рис. 2. Сечение плоской детали, закрепленной на магнитном приспособлении: 1 – рабочая поверхность приспособления; 2 – его полюсы; 3 – обрабатываемая деталь

Деталь не опрокинется, если момент суммарной нормальной силы $\bar{P}_{уд} + \bar{F}_n$ относительно X_1 больше момента силы \bar{F}_k относительно этой точки. Учитывая, что точка X_1 всегда лежит на рабочей поверхности, тогда

$$M_{x1}(\bar{P}_{уд} + \bar{F}_n) = kM_{x1}(\bar{F}_k). \quad (5)$$

Чем выше над рабочей поверхностью приложены внешние усилия и, в частности, чем выше сами закрепляемые детали, тем больше вероятность их оп-

рокидывания. Экспериментально установлено [2], что опрокидывание не произойдет, если высота детали будет больше, чем 0,7 диаметра или ширины опорной поверхности, т. е. $Z_1 > 0,7(x_2 - x_1)$.

2. При определенных сочетаниях конструктивных особенностей магнитных приспособлений необходимо определить, прежде всего, возможность его использования при заданных условиях на операции шлифования. В первую очередь это определяется величиной магнитной удерживающей силы, действующей на плоскую деталь. На этот основной показатель оказывает влияние множество факторов: конструктивных, технологических и эксплуатационных.

К конструктивным факторам относятся: конструкция приспособления и его элементов, включающих вид источника магнитного поля, параметры магнитопровода, полюсный рисунок и т. п.; технология изготовления и сборки элементов приспособления, материалы, из которых оно изготовлено.

К технологическим факторам относятся: качество и точность изготовления и сборки элементов приспособления, достоверность и качество технического контроля его параметров в процессе и после изготовления.

К эксплуатационным факторам относятся: характеристики закрепляемых деталей, включающие их материал, форму, размеры, параметры опорной поверхности, степень загрузки приспособления, изменение его характеристик в процессе эксплуатации и другие факторы, связанные с использованием приспособления.

Проектирование магнитного приспособления осуществляют по условию крепления деталей с необходимыми минимальными размерами опорных поверхностей. Что касается деталей с максимальными опорными размерами, то для них некоторое снижение удельных сил притяжения, как правило, не сказывается на надежности крепления, поскольку абсолютные значения указанных сил для таких изделий обычно выше требуемых технологическим процессом [1]. Сила, с которой закрепляется обрабатываемая деталь на магнитную плиту, зависит не только от удельного притяжения, но и от размеров и расположения детали, так как в зависимости от указанных параметров изменяется величина магнитного потока, проходящего через закрепляемую деталь. Деталь будет закреплена надежно в том случае, когда она покрывает два соседних участка верхней плиты. Если деталь перекрывает лишь один участок верхней плиты, то сила притяжения значительно уменьшится, так как магнитному потоку придется при замыкании пробивать воздух или диамагнитные зоны припоя.

Другим недостатком магнитных приспособлений является нагрев теплом, которое выделяется в процессе резания и передается ему через деталь. Нагрев приводит к деформации приспособления, в результате расширение приспособления неизбежно. Нагрев магнитных приспособлений может быть сведен к минимуму (превышение температуры не более 10–15 °С)

и влияние температуры нагрева на точность обрабатываемых деталей может быть минимальным за счет понижения температуры элементов приспособления, что приводит к увеличению скорости отвода тепла от электромагнитных катушек, что, в свою очередь, позволяет допустить повышение температуры нагрева электромагнитных катушек до 40–50 °С вместо 10–20 °С и тем самым увеличивается мощность приспособления при тех же точностных характеристиках. Эта же мера позволит при той же мощности и точности увеличить число полюсов за счет уменьшения размеров электромагнитных катушек, что приведет в конечном итоге к повышению технологических и эксплуатационных характеристик электромагнитной оснастки.

Из трех источников тепловыделения (электрооборудование станка, в том числе электромагнитное приспособление; процесс резания; процесс трения деталей и жидкости в станке) электромагнитное приспособление выделяет значительную часть теплоты, с чем приходится считаться. Количественная оценка теплоты, выделенная магнитным приспособлением, (в калориях) может быть произведена

$$Q_T = 0,24t_p \sum_1^n I^2 R, \quad (6)$$

где I – сила тока, протекающего через электромагнитную катушку, А; R – сопротивление катушки, Ом; t_p – время работы плиты, с; n – число катушек.

Вместе с приспособлением нагреваются также и закрепленная на нем обрабатываемая деталь и узел станка, на котором оно установлено. Очевидно, что вследствие теплового расширения все эти элементы подвергаются тепловой деформации, результатом которой явится погрешность обработки детали, причем величина этой погрешности будет тем больше, чем выше температура нагрева приспособления. Поэтому вопрос о нагреве электромагнитного приспособления в процессе его эксплуатации имеет практическое значение.

Степень нагрева электромагнитного приспособления, которую можно рассматривать как тело с внутренним источником тепловой энергии и контактирующихся с ней обрабатываемой детали и узлов станка, определяется характером теплообмена между ними и окружающим воздухом. Теплообмен нагретого тела с окружающей средой может происходить за счет теплопроводности (кондукции), конвекции и теплового излучения [2].

В процессе нагрева тела рост его температуры, вследствие усиления теплообмена, постепенно замедляется, пока совсем не прекращается. Установившаяся величина превышения температуры τ_y непрерывно нагреваемой приспособления (рассматривается нагрев приспособления только за счет джоулева тепла) над температурой окружающей среды (воздуха) может быть определена как

$$\tau_y = \frac{P}{qS}, \quad (7)$$

где P – мощность, потребляемая электромагнитным приспособлением при заданном режиме работы, Вт ($P = UI$); q – обобщенный коэффициент теплоотдачи, учитывающий все способы передачи тепла в окружающую среду, Вт/дм²·град; S – общая площадь поверхностей приспособления, отдающих тепло конвекцией, лучеиспусканием и кондукцией, дм².

При включении электромагнитного приспособления в сеть температура его повышается постепенно, следуя экспоненциальному закону

$$\tau = \tau_y \left(1 - e^{-\frac{t}{T_n}} \right), \quad (8)$$

где t – время нагрева плиты; T_n – постоянная времени нагрева; τ_y – установившееся значение температуры.

При эксплуатации электромагнитное приспособление необходимо рассматривать не изолированно, а как часть тепловой системы, в которую входят стол станка, отводящий тепло от приспособления за счет теплопроводности, станина и т. д. Влиянием на нагрев приспособления обрабатываемой детали, размеры и масса которой малы по сравнению с другими элементами тепловой системы, и температура нагрева которой практически равна температуре зеркала адаптерной плиты, можно пренебречь. Необходимо учитывать также, что приспособление нагревается только тогда, когда оно включено, т. е. во время обработки деталей. Поэтому величина превышения температуры τ_y в практических условиях эксплуатации плиты никогда не достигается.

Теоретический расчет теплового режима работы электромагнитного приспособления связан с большими трудностями, которые усугубляются еще и тем, что величина коэффициента теплоотдачи q , входящего в формулу (7), зависит от большого количества разнообразных факторов, и для магнитных приспособлений достаточно точных значений этого коэффициента в настоящее время нет. Не менее сложно и нахождение величины T_n в выражении (8). Поэтому теоретический расчет для практических целей малопригоден, а его результаты недостаточно надежны.

Сложность и ненадежность теоретического расчета явились причинами, обусловившими проведение экспериментального исследования теплового режима работы электромагнитного приспособления. По результатам этого исследования необходимо было получить экспериментальные данные, которые позволили бы в дальнейшем с достаточной для практических целей точностью (без вычислений и предварительных экспериментов) определять температуру нагрева оснастки в соответствии с определяющими параметрами, в качестве которых рассматриваются размер плиты, потребляемая мощность, режимы шлифования.

Получение экспериментальной информации требует присутствия в электромагнитном приспособлении средств измерения температуры. Не всегда в конструкции приспособления предусмотрен ком-

плект таких средств, объединяемых в штатную систему теплового контроля; каждый измерительный элемент этой системы подвергается периодическому или непрерывному опросу в процессе эксплуатации приспособления и при его испытаниях. Текущие измерения температуры при эксплуатации выполняются с целью предупреждения аварийных ситуаций и предполагают сопоставление достигнутых температур с предельно допустимыми.

Тепловые испытания отличаются большей целенаправленностью, в их задачи уже входит опытное установление зависимостей температуры различных частей приспособления от нагрузки и от некоторых других параметров, которые могут изменяться в процессе эксплуатации. Результаты измерений сравнивают с действующими нормами, после чего делается вывод о степени работоспособности испытанного приспособления.

Обстановка резко меняется, когда приходится иметь дело с опытными образцами приспособлений новых серий или с приспособлениями, предназначенными для эксплуатации в новых, еще не изученных режимах с применением новых инструментов. Здесь показания ограниченного числа штатных измерительных элементов не способны создать полноценного представления о термических качествах приспособления. Тогда тепловые испытания перестают выполнять свое назначение, поскольку их результаты не достаточны для обоснованного суждения о пригодности приспособления к нормальной эксплуатации. В подобных случаях требуется тщательное изучение температурного поля оснастки, основанное на показаниях многочисленных измерителей температуры, дополняющих штатную систему теплового контроля. Испытание способно установить степень соответствия термического состояния данного электромагнитного приспособления каким-либо предварительно заданным условиям или требованиям. Кроме того, проведение измерений сопряжено с необходимой оценкой их достоверности. Сюда входит также анализ требований к процедуре испытания (длительность режима, стабильность исходных параметров). Указанные оценки требуют изучения механизма физических взаимодействий измерительной системы с объектом. Обработка опытных данных должна способствовать выявлению закономерностей, которые не всегда с очевидностью следуют из первичных материалов измерений. В опытных данных о нагреве магнитных приспособлений искомые закономерности нередко бывают затенены действием случайных факторов, и здесь крайне важно основываться на научном анализе статистических явлений, позволяющем избегать субъективных оценок.

Измерения температуры нагрева электромагнитного приспособления при шлифовании производили для трех случаев: всухую, с СОЖ поливом и применением магнитного приспособления с внутренним охлаждением [3]. Шлифование производилось торцом алмазного круга 4А 250×32×25 АС6 100/80 М1-01 4 на режимах: $V_{кр} = 20$ м/с, $S_{пр} = 1,0$ м/мин, $t = 0,1$ мм. Обработываемый материал – легирован-

ная закаленная сталь ХВГ. Электромагнитные приспособления устанавливались на стол плоскошлифовального станка мод. 3Е711В. Температура регистрировалась через каждые 7 мин. работы.

При тепловых испытаниях электромагнитного приспособления измерение температуры теплоносителей производится, как правило, в зонах ненагретой среды и в зонах с максимальной температурой среды. При испытаниях приспособления с внутренним охлаждением еще и подвергаются измерению температуры охлаждающей среды – хладагента в змеевике.

Измерение температуры внутри электромагнитного приспособления производилось термометрическими зондами с теплоизолированной по краям термопарой в трех разных точках, расположенных по высоте намотки и посередине ее длины. Горячий спай термопар помещали между витками катушек при их намотке, а холодный спай – в термостате. Параллельно с непосредственным измерением температуры с помощью термопар производилось определение средней величины превышения температуры нагрева намоток плит над температурой окружающей среды методом сопротивления. Измерение температуры нагрева наружных поверхностей адаптерной плиты производилось с помощью термометров, устанавливаемых на стойках.

Измерение температуры хладагента, подаваемого внутрь магнитного приспособления, имеет свои особенности. Во-первых, истинные температуры хладагента в различных точках змеевика не одинаковы. Во-вторых, измерения сопровождаются погрешностями, преимущественно термической природы. Поэтому здесь необходимо подходить более ответственно к выбору измерительных сечений в змеевике циркуляции хладагента. Так, установка температурных детекторов в зонах холодного хладагента желательна по меньшей мере на трех участках: непосредственно после выхода из холодильной камеры, перед входом в каналы, находящиеся между электромагнитными катушками, и непосредственно между сердечниками в адаптерной плите. Возможная неравномерность в распределении температуры хладагента по измерительному сечению змеевика требует размещения в нем нескольких точечных измерительных элементов (от 5 до 20). Измерение температуры хладагента производилось термопарами и термометрами сопротивления, при этом провода закреплялись так, чтобы участок провода целиком омывался потоком исследуемого хладагента. Результаты измерений представлены графически (рис. 3, 4): 1 – при шлифовании всухую, 2 – при шлифовании с СОЖ поливом, 3 – при шлифовании на магнитном приспособлении с внутренним охлаждением.

Зависимости повышения температуры нагрева приспособления от мощности P для различных размеров плит показывают (рис. 3), что с увеличением потребляемой мощности P температура нагрева уменьшается в зависимости от применяемого приспособления. С ростом потребляемой мощности увеличение температуры замедляется, и при больших значениях P коэффициент теплоотдачи стабилизируется.

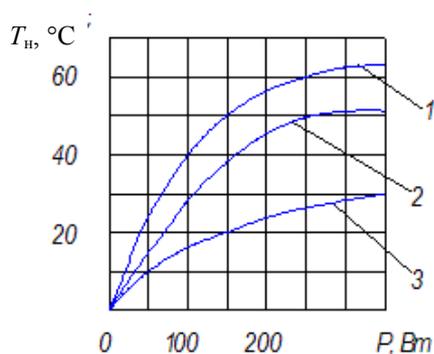


Рис. 3. Зависимость температуры нагрева магнитного приспособления от мощности

С увеличением размеров приспособлений температура нагрева электромагнитного приспособления уменьшается (рис. 4).

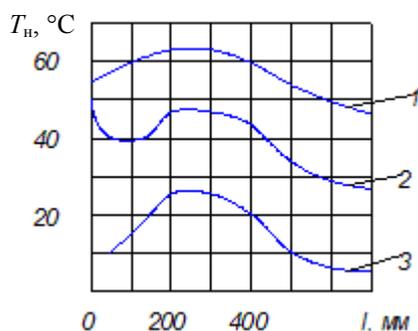


Рис. 4. Зависимость температуры нагрева магнитного приспособления от длины плиты

Распределение температуры по высоте катушек приспособлений с внутренним охлаждением обуславливается большой скоростью охлаждения изнутри. Поэтому при соизмеримых размерах приспособлений поток хладагента полностью обтекает внутреннюю поверхность плиты, что обеспечивает хорошую конвективную теплоотдачу. С повышением температуры нагрева увеличиваются тепловые деформации приспособления, что снижает точность обработки шлифованием. Чрезмерный нагрев катушек снижает долговечность и надежность работы приспособления, так как вследствие нарушения изоляции обмотки катушки могут выйти из строя. Поэтому работа на электромаг-

нитном приспособлении длительное время без охлаждения не рекомендуется. Приведенные результаты экспериментов по исследованию тепловых явлений в электромагнитных приспособлениях показывают снижение температуры при использовании приспособлений с внутренним охлаждением.

Учитывая тот факт, что электромагнитные приспособления очень широко используются при плоском шлифовании деталей, по-видимому, уже назрела необходимость нормативно закрепить применение охлаждения приспособлений в качестве необходимой меры, обеспечивающей повышение точности операций. Одним из резервов понижения температуры приспособления является непосредственный отвод тепла как из внутренних областей приспособления, так и с его наружной поверхности. Применение электромагнитного приспособления с внутренним охлаждением позволяет снизить величину тепловой деформации как обрабатываемой плоской детали за счет интенсификации теплоотвода через установочную поверхность, так и самого приспособления за счет подачи хладагента по внутреннему змеевику. В результате применения комплексной системы теплоотвода повышается точность обработки и улучшается качество обрабатываемых деталей.

Библиографические ссылки

1. Верников А. Я. Магнитные и электромагнитные приспособления в металлообработке. – М. : Машиностроение, 1984. – 160 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Сусллова, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. – Т. 1. – 912 с. ; Т. 2. – 944 с.
3. Tanuška, P., Vlkovič, O., Špendla, L. The Proposal of Step Stress Testing Automation // International Journal of Computer Theory and Engineering. – 2010. – Vol. 2, Nr 6. – Pp. 860-865.
4. The Proposal of Ontology as a Part of University Data Warehouse / P. Tanuška, O. Vlkovič, A. Vorstermans et al. // ICETC 2010 : 2nd International Conference on Education Technology and Computer. 22-24, June, 2010, Shanghai, China. Vol. 1. - : IEEE, 2010. - ISBN 978-1-4244-6369-5. - V3-21/V3-24.

D. S. Lyupa, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
 T. N. Ivanova, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
 O. S. Lyupa, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
 A. I. Korshunov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Application of cold as a method of widening technological possibilities of rigging

The paper considers the method of cooling of the electromagnetic rigging applied at finish flat grinding of parts by direct removal of heat both from the inner part of the rigging and from its outer surface. Application of internal cooling allows reducing the value of thermal strain both of the machined flat part by heat sink intensification through the mounting surface, and of the rigging itself by supplying the coolant through the inner coil pipe. As a result the machining accuracy is increased and higher quality of machined parts is ensured.

Keywords: grinding, cooling, electromagnetic device, accuracy, heat sink

Получено: 01.11.12