

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Н. И. Мозговой, Я. Г. Мозговая, А. М. Марков

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Аннотация: рассмотрены проблемы и особенности применения пластических материалов для деталей современного машиностроения. Предложены перспективные направления развития и внедрения пластических материалов.

Ключевые слова: пластические материалы, технологический процесс, особенности обработки.

Современному машиностроению, чтобы остаться ведущей отраслью промышленности, должен быть присущ многоотраслевой динамичный характер, глубокая специализация и широкое кооперирование производства.

Одной из старейших проблем в машиностроении является коррозия, которую В. Шефнер характеризует как «коррозия – рыжая крыса, грызет металлический лом». Большинство изделий из металла имеют термодинамическую неустойчивость в той или иной степени разрушаются под воздействием коррозионной среды.

В настоящее время существует несколько достаточно эффективных способов защиты металлических поверхностей, которые широко используются в практике:

- изоляция поверхности металлических изделий от агрессивной среды;
- воздействие на металл с целью повышения его коррозионной устойчивости;
- воздействие на окружающую среду с целью снижения ее агрессивности;
- поддержание металлов в таком энергетическом состоянии, при котором окисление его термодинамически невозможно или сильно заторможено.

Один из этих способов заключается в нанесении защитных составов, эмалей, тонких полимерных пленок. В зависимости от требуемых условий эксплуатации они предотвращают попадание влаги на поверхность, сохраняют целостность поверхностного слоя материала. Следующий способ борьбы с коррозией – это гуммирование, а именно покрытие поверхности резиной, относительно дешевый и вместе с тем

действенный способ. Помимо антикоррозийного действия резина в состоянии защитить металл от нагревания, попадания агрессивных химических веществ, масла и газов, с чем эмали обычно не справляются.

Положительный эффект на коррозионную стойкость стальных сплавов оказывает и уменьшение количества кислорода в воздухе — «газовый» способ защиты металлов.

Борьба между людьми, изготавливающими различные комплектующие для машиностроения, и коррозией уже длится много лет. Она основана на внедрении новых методов и технологий, которые позволяют повысить коррозионную стойкость, что неизменно влечет за собой и рост стоимости изделий и конструкций.

Одним из экономически обоснованных выходов из сложившейся ситуации [7] является применение пластических материалов, таких как углепластики, стеклопластики, пластикаты, асбопластики и другие, в качестве замены металлов. На данный момент существует ряд деталей, которые успешно изготавливаются из пластических материалов. Такие детали можно разделить на следующие группы: корпусные 30 %, тела вращения 65 % и прочие 5 %. В свою очередь к телам вращения относятся: валы 25 %, втулки 20 % и диски с отверстиями 15 % и без – 5 %. По форме отверстия можно разделить на цилиндрические (гладкие и ступенчатые), конические и фасонные.

Использование пластических материалов в современных конструкциях дает возможность получить значительный выигрыш в стойкости к коррозии и агрессивным химическим средам, а также в массе, прочности и долговечности. Данные материалы предназначены для замены металлов. Так, из общего объема пластических материалов в России, используемых для качественной замены металлов, 38 – 47 % идет на изготовление приборов, корпусов машин и деталей автотранспорта, и иных изделий общего машиностроения; 26 – 38 % – на изготовление установок, труб, про-

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

филей различной формы; 12 – 15 % – корпусов в судо- и авиастроительстве.

Однако существует серьезная проблема, связанная с расширением продвижения пластмассы на рынок. Пластмассовые материалы существенно отличаются от металлов, как присущими от природы кратковременными свойствами, так и тем, как они реагируют на воздействие температуры, времени и нагрузки. При обработке резанием пластических материалов необходимо учитывать ряд особенностей, отличающих их от аналогичной обработки металлов. Это объясняется характерными свойствами и структурой обрабатываемых материалов.

При всестороннем исследовании процесса резания пластических материалов следует обратить внимание на следующие его специфические особенности:

1. Высокие упругие свойства. Пластические материалы обладают значительными упругими свойствами, во многом определяющими картину резания. В частности упругие свойства ВКПМ приводят к увеличению площадок контакта обрабатываемого материала и задней поверхности инструмента [3, 4]. Кроме того, после обработки отверстий в ВКПМ в дальнейшем может наблюдаться явление усадки (уменьшение диаметра изготовленного отверстия) и упругое восстановление обработанной поверхности, что необходимо учитывать при проектировании изделий (рисунок 1).

2. Низкая теплопроводность пластических материалов, которая в значительной мере оказывает влияние на соотношение составляющих, входящих в состав теплового баланса. Следует отметить, что теплопроводность пластических материалов, равная 0,14 – 0,50 Вт/(м·К), это в значительной мере меньше, чем у металлов. Теплота, образующаяся при резании, является результатом работы деформаций, трения стружки и обрабатываемой детали о переднюю и заднюю поверхности инструмента, механических превращений, диспергирования армирующих волокон [1].

В общем виде приход теплоты в зону резания (рисунок 2) можно выразить зависимостью:

$$Q = Q_{\text{деф.}} + Q_{\text{т.п.}} + Q_{\text{т.з.}} + Q_{\text{мх.}} + Q_{\text{дисп.}}, \text{ Дж}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{деф.}}$, $Q_{\text{т.п.}}$, $Q_{\text{т.з.}}$, $Q_{\text{мх.}}$, $Q_{\text{дисп.}}$ – теплота от деформаций в условной плоскости сдвига, трения стружки о переднюю поверхность, трения заготовки о заднюю поверхность, от механохимических превращений полимера, от диспергирования армирующих волокон соответственно, Дж.

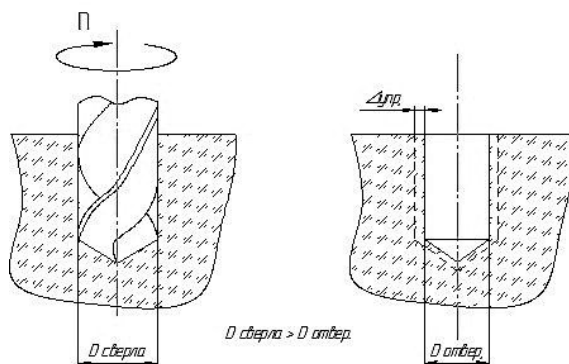


Рисунок 1 – Упругое восстановление материала

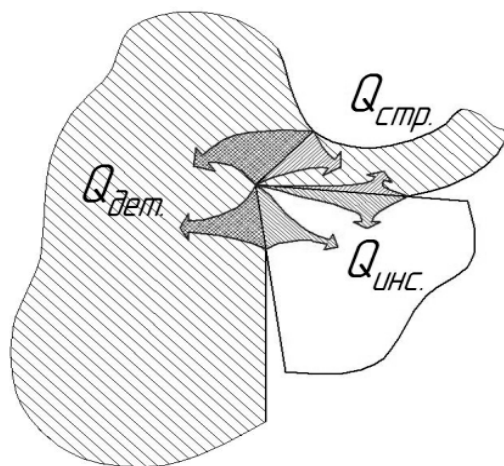


Рисунок 2 – Схема движения тепловых потоков

Если пренебречь теплотой от диспергирования армирующих волокон, то мощность источников теплоты по данным В. И. Дрожжина составит: $Q_{\text{деф.}} \approx 15\%$, $Q_{\text{т.п.}} \approx 10\%$, $Q_{\text{т.з.}} \approx 60\%$; $Q_{\text{мх.}} \approx 15\%$, из приведенных данных следует, что основным источником теплоты при резании пластических материалов является трение по задней поверхности инструмента.

1. Низкая теплостойкость пластических материалов, которая составляет 160 – 250 °С. в зависимости от типа связующего. Превышение пределов данных температур приводит к появлению на обработанной поверхности детали прижогов вследствие выгорания связующего.

2. Деструкция полимерного связующего при резании. В процессе резания под воздействием больших локальных напряжений в зоне резания и высокой температуры, превышающей теплостойкость полимера, происходит массовый разрыв химических связей у молекулярных цепей полимера [2, 3].

В результате этого образуется вязкотекучий (в микрообъемах) полимер.

3. Выбранная схема при обработке должна учитывать направление армирования волокон, которое непосредственно влияет на стружкообразование и качество получаемой поверхности.

4. Затруднения в получении высокого качества поверхности. Слоистая структура и невысокая адгезионная связь наполнителя со связующим приводят к появлению специфических дефектов. В процессе механической об-

работки пластических материалов со слоистой структурой происходит расслаивание, вспучивание материала на выходе инструмента [2, 3]. Помимо вышеперечисленных факторов влияние на качество обрабатываемой поверхности оказывает и процесс хрупкого разрушения волокон и полимерной матрицы под действием сил резания. В результате в процессе механической обработки образуется трещина разрушения, величина и направление распространения которой зависят от вида армирования материала [2, 3] (рисунок 3).



Рисунок 3 – Особенности механической обработки пластических материалов

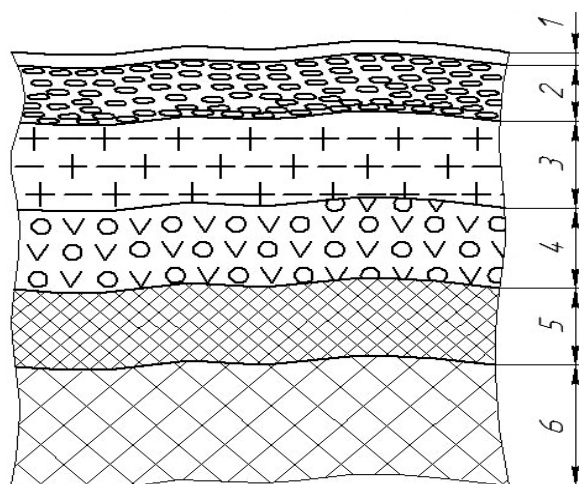


Рисунок 4 – Структура поверхностного слоя в процессе механической обработки: 1 – адсорбированная пленка (1 мкм); 2 – модифицированный слой (0,05–10 мкм); 3 – уплотненный деструктурированный слой (5 – 10 мкм); 4 – раздробленный и разрыхленный слой (10 – 300 мкм); 5 – переходный слой (20 – 100 мкм); 6 – исходная структура материала

5. Технологический критерий износа инструмента, на который влияет низкая адгезия наполнителя и связующего, слоистая структура пластических материалов. Повышенный износ инструмента приводит к появлению дефектов поверхности таких как: отслоение материала, сколы, разламывание и образованию прижогов [5, 6].

6. Проведенные исследования позволили представить структуру полимерного материала после механической обработки (рисунок 4). Причем было установлено, что глубина деструктурированного слоя после механической обработки в среднем колеблется от 35 до 420 мкм [3].

Одним из путей решения проблем, связанных с особенностями процесса резания пластических материалов, является применение гелькоутов, представляющих собой покрытие на основе ненасыщенного полиэфирного, которое обеспечивает пластиковым изделиям долговечность поверхности, надежную защиту от внешнего воздействия, необходимый цвет и блеск. Правильное нанесение гелькоута является ключевым фактором для получения в конечном итоге привлекательного и высококачественного продукта – пластического материала. Например, для наружного и внутреннего применения существует множество и других специализированных гелькоутов, которые называют полиэфирными эмалями и иногда «флокута-

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ми». Их можно использовать для покрытия внутренней поверхности стеклопластикового корпуса для придания ему более законченного и привлекательного вида. Данный тип покрытия содержит воск (т.к. в этом случае матрица-изолятор отсутствует) и полимеризуется до твердого состояния. Внутренние гелькоуты часто обладают низким гляncем или его отсутствием и обычно наносятся распылением (хотя большинство может наноситься и валиком, кисть не рекомендуется). При этом может иметь место эффект «шагрени», который маскирует дефекты внутренней поверхности. Вид внутренней поверхности корпуса имеет не такое важное значение как для наружной, поэтому внутренние гелькоуты более подходят для непрофессионального применения, если же целью является исключительно косметика и жесткой необходимости в этом нет.

Поэтому человеку приходится решать вопросы о необходимости деталей окрашиваться или же гелькоут будет являться финишным покрытием. Если детали не подлежат последующей окраске, то следует отдать предпочтение обладающему механической прочностью и устойчивостью к атмосферным воздействиям (может использоваться там, где температура опускается до -50°C) гелькоуту PolijelTM215.

Если изготавливаемые детали будут впоследствии окрашены, то необходимо учесть, чтобы гелькоут легко наносился и служил хорошей грунтовкой для окраски. Данное покрытие должно легко шлифоваться, т.е. быть эластичным и не трескаться. Учитывая вышесказанные требования, рекомендуется остановиться на PolijelTM209-Z.

Решая проблему коррозии металлов для деталей машиностроения, можно применять один из существующих способов антикоррозийной защиты, что приведет к увеличению стоимости деталей и изделий, или же изготавливать эти детали, применяя новые композиционные материалы с последующей финишной обработкой гелькоутом, что позволит получить существенную экономию в стоимости детали и изделия в целом. Применение

гелькоутов в машиностроение является перспективным, но малоизученным направлением. Необходима адаптация и усовершенствование технологии нанесения гелькоутов для деталей машиностроения.

Список литературы:

1. Баранчиков, В. И. Обработка специальных материалов в машиностроении: Справочник / В. И. Баранчиков, А. С. Тарапанов, Г. А. Харламов // Библиотека технолога. – М.: Машиностроение, 2002. 264 с.: ил.
2. Мозговой, Н. И. Исследование процесса формирования показателей качества отверстий в деталях из стеклопластика / Н. И. Мозговой, А. М. Марков // Ползуновский вестник. – 2009. - № 2. - С. 23-27.
3. Мозговой, Н. И. Исследования влияния физико-механических свойств стеклопластиков на процесс резания. / Н. И. Мозговой, Я. Г. Мозговая // Вестник Алтайской науки. Барнаул – 2013. - № 2-1. – С. 15-20.
4. Мозговой, Н. И. Проектирование операций изготовления отверстий в деталях из стеклопластика. / Н. И. Мозговой, Я. Г. Мозговая. Обработка металлов, №1(54)/2012, Издатель ОАО НПТ и ЭИ «Оргстанкинпром» Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, 2012 - С.45-50.
5. Операция точения (расточивания) заготовок из стеклопластика (ОТС): свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2007620074 / Мозговой Н. И., Бондарь Е. Б., Марков А. М., Доц М. В. – № 2006620415; заявл. 18.12.06; зарегистрировано 8.02.07.
6. Режимы резания при механической обработке стеклопластика (РРМОС): свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2007620118 / Мозговой Н. И., Бондарь Е. Б., Марков А. М., Доц М. В. - № 2007620030; заявл. 29.01.07; зарегистрировано 22.03.07.
7. Оценка себестоимости механической обработки в деталях из стеклопластика: свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2010620334 / Мозговой Н. И., Марков А. М., Доц М. В. – № 2007620030; заявл. 05.05.10; зарегистрировано 18.06.10.