



Тюнюкова Татьяна Константиновна родилась в 1983 г., окончила факультет «Промышленное и гражданское строительство» СГУПС в 2005 г. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин» СГУПС.

Область научных интересов — технологии и оборудование механической и физико-технической обработки. Опубликовано более 15 научных работ.

E-mail: tatiabest@mail.ru

УДК 621.9.011

Т.К. ТЮНЮКОВА

ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ СЛОИСТЫХ ДЕТАЛЕЙ РЕЗАНИЕМ

Рассмотрена методика количественной оценки обрабатываемости резанием тонколистовых многослойных панелей, составленных из металлических и неметаллических материалов с различными физико-механическими свойствами. Введено понятие коэффициента обрабатываемости.

Ключевые слова: *обрабатываемость резанием, слоистые детали, физико-механические свойства материалов.*

В различных отраслях народного хозяйства применяются слоистые детали, представляющие собой незамкнутые оболочки с плавными пологими или плоскими поверхностями. Собранные из разнородных элементов слоистые детали используются в качестве несущих плоскостей конструкций и могут выполнять роль защиты от воздействия химически агрессивных сред, тепловых, электрических и других воздействий или сочетать в себе комбинацию этих свойств. Соединение определенным образом подобранных конструкционных материалов позволяет создавать композиты, механические характеристики которых не могут быть получены при использовании однородных материалов.

Изготовление и сборка слоистых деталей предусматривает необходимость выполнения ряда технологических операций, к одной из которых относится образование в них отверстий для установки болтовых, заклепочных или других соединений. Однако обработка отверстий сверлением в ряде случаев оказывается невозможной, так как слоистые детали могут изготавливаться из разнородных материалов, в том числе и неметаллических, поэтому режимы резания и существующая оснастка, предназначенные для одного из материалов, могут оказаться неприемлемыми для других.

Для оценки способности того или иного материала воспринимать обработку резанием используется термин «обрабатываемость резанием».

Обрабатываемость является комплексной, многосторонней характеристикой обрабатываемого материала, представляющей собой функцию физических, механических и других свойств.

При кажущейся очевидности определения «хорошо обрабатываемый» или, наоборот, «плохо обрабатываемый» материал, обрабатываемость является довольно сложной и совершенно неоднозначной его характеристикой. Под хорошей обрабатываемостью можно понимать низкий уровень сил резания, его малое изнашивающее воздействие на режущий инструмент, а в некоторых случаях и его способность образовывать хорошо завивающуюся и ломающуюся стружку. Все зависит от того, какая именно из числа

названных или иных особенностей обработки является наиболее важной применительно к конкретному технологическому процессу изготовления детали из данного материала.

В общем случае обрабатываемость материалов определяется комплексом физико-механических свойств — твердостью, вязкостью, прочностью, а также конструкцией режущего инструмента, обуславливающей необходимую производительность и качество обработанной поверхности.

Одной из важнейших характеристик в рассматриваемом случае может служить предел прочности материала при растяжении σ_B . В табл. 1 приведены механические характеристики некоторых металлов.

Таблица 1

Предел прочности металлических материалов σ_B

Материал	σ_B , МПа
Сталь тонколистовая углеродистая качественная, Сталь 50	39–50
Сталь тонколистовая углеродистая обыкновенного качества, Сталь 3	55–74
Латунь холоднокатаная, Л68	30
Алюминий мягкий, А0, А1	11

Как видно из приведенной таблицы, предел прочности металлических материалов может отличаться почти на порядок. Аналогичный разброс механических свойств наблюдается и у неметаллических материалов. В табл. 2 приведены механические характеристики электроизоляционных материалов, широко используемых в энергетике.

Таблица 2

Предел прочности электроизоляционных материалов σ_B

Материал	σ_B , МПа
Карбамидный прессматериал	50,0
Асбестоцемент	7,0
Пенополистирол	0,3–0,5

Другой характеристикой механических свойств материалов является их способность пластически деформироваться. Один и тот же материал в зависимости от типа напряженного состояния, скорости нагружения и температуры может находиться как в хрупком, так и пластическом состоянии.

Для металлических материалов одним из показателей хрупкости может служить величина относительного удлинения δ , %. Но для большинства неметаллических материалов данный показатель в литературных источниках не приводится. Вместе с тем обработка этих материалов, собранных в пакет, выполняется одним и тем же инструментом и при одинаковых скоростях резания.

Поэтому необходимо выбрать такой показатель, с помощью которого можно было бы оценить хрупкость любого из рассматриваемых материалов.

В табл. 3 приведен перечень некоторых материалов в порядке их уменьшающейся пластичности.

Таблица 3

Примерное подразделение некоторых материалов на хрупкие и пластичные

№ п/п	Характеристики материалов	Металлические материалы	Неметаллические материалы	Балл
1	Весьма пластичные	Алюминий литой	Пенополистирол	0–1
2	Хрупкопластичные	Углеродистая сталь закаленная	Текстолит	2–3
3	Весьма хрупкие	Сталь инструментальная углеродистая сильно закаленная (У12)	Асбестоцемент	4–5

Анализируя приведенные таблицы, можно видеть, что нет прямой зависимости между прочностью и пластичностью. Тогда с точки зрения обрабатываемости слоистых деталей резанием необходимо учитывать оба эти свойства.

При таком разнообразии физико-механических свойств материалов обеспечить комплексный подход к проблеме обрабатываемости можно, используя методы экспертных оценок. Эксперты в рамках поставленной задачи могут оценить относительную весомость отдельных показателей обрабатываемости сравниваемых материалов и представить их в баллах.

Теперь возникает задача определения интегрального показателя обрабатываемости сравниваемых материалов, который можно обозначить, как коэффициент обрабатываемости резанием [1]. Для этого можно воспользоваться безразмерной шкалой желательности, которая устанавливает соответствие между физическими значениями показателей и предпочтениями эксперта.

Функция желательности $K(f)$ связывает натуральные значения пределов прочности и показателей пластичности с оценками предпочтительности:

$$K = \exp[-\exp(-Z)], \quad (1)$$

где K — оптимальный показатель обрабатываемости; $Z = \pm 3,0$.

Учет мнения эксперта позволяет выделить на шкале желательности области, где обрабатываемость считается хорошей, удовлетворительной и плохой. Переход от частных желательностей K_1 и K_2 к обобщенному коэффициенту обрабатываемости материала $K_{\text{ом}}$ осуществляется через среднее геометрическое:

$$K_{\text{ом}} = \left[\prod_{i=1}^n K_i \right]^{1/n}. \quad (2)$$

Два показателя механических свойств уже позволяют подразделить листовые материалы на три группы, приведенные в табл. 4.

Таблица 4

Коэффициент обрабатываемости листовых материалов

№ группы	Обрабатываемость	Коэф. обрабатываемости $K_{\text{ом}}$
1	Хорошая	1,00–0,63
2	Удовлетворительная	0,63–0,37
3	Плохая	0,37 и ниже

В целях учета других свойств материалов, например, относительного удлинения, твердости, толщины листа, процента содержания углерода и т.д., аналогичным образом могут быть построены и другие шкалы частных желательностей.

После определения коэффициента обрабатываемости резанием каждого элемента слоистой детали по (2) может быть найден обобщенный показатель ее обрабатываемости $K_{\text{од}}$. При $K_{\text{од}} < 0,4$ следует переходить от сверления отверстий к их пробивке с использованием кумулятивных пробойников [2].

Библиографический список

1. Тюнюкова Т.К. Моделирование технологических процессов обработки слоистых деталей // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2006. Вып. 6. С. 95–97.
2. Тюнюкова Т.К. Технология пробивки отверстий в панелях «сэндвич» // Материалы 62-й науч.-техн. конф., посвященной 75-летию НГАСУ. Новосибирск: Изд-во НГАСУ, 2005. С. 105–106.

T.K. Tyunyukova. **Cutability of Layered Details.**

The quantitative assessment of thin composite panel cutability is described. The panels consist of metallic and nonmetallic materials with various physical-mechanical properties. In the work the term workability coefficient is introduced by means of which the technological process of porting in assembled panels starts.

Key words: *cutability, layered details, physical-mechanical properties of materials.*