

Рис.1 Схема предлагаемой автомастерской на базе шасси ЗИЛ-130

- 1 – рычаг; 2 – моечный насос; 3,5, 11,12 – баки для моторного масла, 4 – ресивер;  
 6 – инструментальный стеллаж; 7 – бак для трансмиссионного масла; 8 – ванна для сбора отработок; 9, 13 – бак для воды; 10 – нагнетательный рукав для воды;  
 14 – вакуумное предохранительное устройство; 15 – щит управления агрегатом;  
 16 – рама; 17 – самонаматывающиеся барабаны; 18 – откидной верстак; 19 – приставка стола; 20 – щит управления забором технологических материалов; 21 – откидная ванна для мойки деталей; 22 – зарядный бункер солидолонагнетателя; 23 – компрессор;  
 24 – кожух привода; 25 – шасси автомобиля.

Список литературы:

1. [http://mtz1.ru/documents/art/book01/b01\\_4\\_1.htm](http://mtz1.ru/documents/art/book01/b01_4_1.htm)
2. <https://works.doklad.ru/view/iZogb08VNgE.html>
3. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений/ А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. М.: Издательский центр «Академия», 2008. –432с., [8] с цв.ил.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СЛОИСТЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Ш.А. Сироджидинов, студент гр. 10А51,

научный руководитель: Петрушин С.И.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: [sirodzidinovs@gmail.com](mailto:sirodzidinovs@gmail.com)

**Аннотация:** Проблема отслаивания износостойких покрытий инструментальных и конструкционных материалов, которая возникает как при изготовлении покрытия, так и при эксплуатации изделия является одним из важнейших в современном производстве.

**Ключевые слова:** износостойкие покрытия; термические остаточные напряжения; отслаивание поверхностного слоя; трещиностойкость.

Современные компании, производящие инструменты [1,2] используют различные материалы (TiC, TiN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и др.) в качестве покрытия режущих частей. Общая толщина покрытия должно быть в пределах 10 – 20 мкм. При несоблюдении данного требования покрытие может отслоиться из-за того что становится хрупким. Проведен анализ и методика расчета термических остаточных напря-

жений после охлаждения полученного слоистого композиционного материала от температуры синтеза покрытия до температуры окружающей среды [3,4].

Если отношение толщин слоев не попадают в нужный промежуток, то задачу решают добавлением промежуточного слоя, который является смесью двух слоев[5]. Наиболее технологичным способом изготовления таких видов КМ является порошковая металлургия. Свойства промежуточного слоя определяются нижеприведенными обозначениями[6]:

- предел прочности

$$\sigma_{bc} = \sigma_{b1}v_1 + \sigma_{b2}v_2 = \sigma_{b2} - v_1(\sigma_{b2} - \sigma_{b1}) ;$$

- - коэффициент линейного расширения

$$\alpha_c = \alpha_1v_1 + \alpha_2v_2 = \alpha_2 - v_1(\alpha_2 - \alpha_1) ;$$

- - коэффициент Пуассона

$$\mu_c = \mu_1v_1 + \mu_2v_2 = \mu_2 - v_1(\mu_2 - \mu_1) ;$$

- - модуль упругости

$$E_c = E_1v_1 + E_2v_2 = E_2 + v_1(E_1 - E_2) ,$$

Определения границ трещиностойкости :

$$\frac{h_1}{h_c} \geq [E_1\Delta T(\alpha_1 - \alpha_c)k - (1 - \mu_1)\sigma_{b1}] \frac{E_c(1 - \mu_c)}{E_1\sigma_{bc}} . (1)$$

То же самое, между смесью и материалом подложки:

$$\frac{h_c}{h_2} = [E_c\Delta T(\alpha_c - \alpha_2)k - (1 - \mu_c)\sigma_{bc}] \frac{E_2(1 - \mu_2)}{E_c\sigma_{bc}} (2)$$

Используя вышеприведенные формулы (1) и (2) посчитаем отношение толщин слоев при разной температуре в условиях пайки и наплавки. На рис. 1 и 2 приведены графики расчета трещиностойкости КМ, который состоит из Стали 60 ( $\sigma_b = 1500$  МПа;  $\alpha = 11,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ C$ ;  $\mu = 0,3$ ;  $E = 218500$  МПа) и твердого сплава ВК8 ( $\sigma_b = 1590$  МПа;  $\alpha = 5,1 \cdot 10^{-6} 1/^\circ C$ ;  $\mu = 0,23$ ;  $E = 598400$  МПа), а также из промежуточной смеси. Исходя из графиков (рис.1, рис.2) мы понимаем, что отношение толщин слоев при разных температурах должны быть разными.

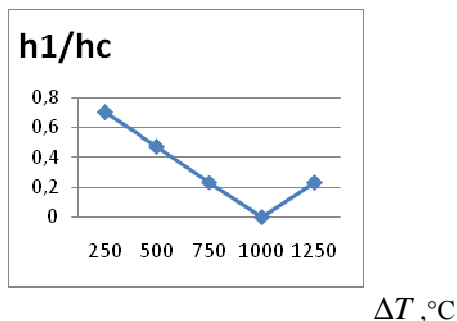


Рис.1. Условие трещиностойкости КМ.

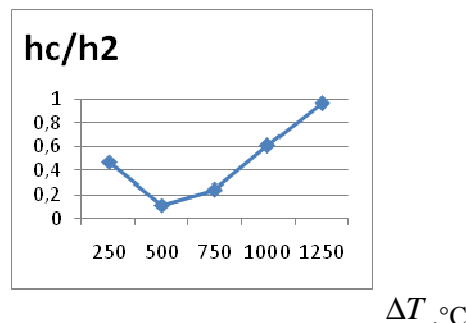


Рис.2. Условие трещиностойкости КМ.

Условие трещиностойкости КМ, который нагружен растягивающей силой определяется по следующей формуле:

$$\frac{\sigma_{b2}}{k} \geq \frac{\Delta T(\alpha_2 - \alpha_1)}{E_2 - \frac{1}{E_1(1-\mu_1)} \cdot \frac{h_2}{h_1}} + \frac{P}{(h_1 + h_2) \cdot b} \quad (3)$$

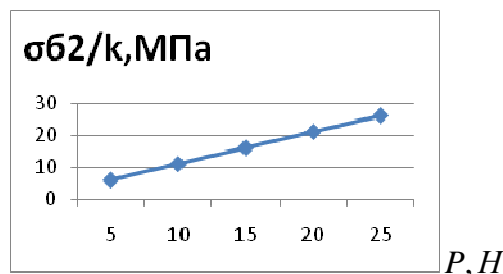


Рис.3. Условие трещиностойкости КМ, нагруженного растягивающей силой.

График (рис. 3) показывает, что при увеличении растягивающей силы,  $\Delta T = \text{const}$  увеличивается и значение предела прочности. Исходя из этого можно сделать вывод о том что при изготовлении КМ нужно принять во внимание растягивающую силу, которая будет действовать на КМ и, исходя из него нужно выбрать материал.

Вывод:

Получено условие отсутствия трещин в зависимости от соотношения толщин покрытия и подложки, разницы температур и физико-механических характеристик сочетаемых материалов. Рассмотрен случай совместного влияния на прочность граничного слоя термических остаточных напряжений и рабочих нагрузок при нагреве, растяжении и сжатии изделия с износостойким покрытием. Проведен анализ и расчет напряжений после охлаждения полученного слоистого композиционного материала от температуры синтеза покрытия до температуры окружающей среды.

Список литературы:

1. coromant.ru@sandvik.com
2. www.secotools/com
3. [https://studbooks.net/2493483/tovarovedenie/harakteristika\\_protsestov\\_rezaniya](https://studbooks.net/2493483/tovarovedenie/harakteristika_protsestov_rezaniya)(Сайт: Studbooks.net)
4. [Электронный ресурс] Дата обращения: 02.11.2018 г
5. <http://docplayer.ru/35816078-Lekciya-3-klassifikaciya-materialy-dlya-rezhushchih-instrumentov-1-klassifikaciya-i-oboznachenie-instrumentov.html> (Сайт: Docplayer.ru) [Электронный ресурс] Дата обращения: 01.10.2018 г.
6. Петрушин С. И., Сапрыкин А. А., Дуреев В. В. Проектирование и производство изделий из инструментальных композиционных материалов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 205 с.
7. Petrushin S. I. Calculation of residual stresses in multilayer composite materials. // Applied mechanics and materials ISSN: 1660-9336/ - 2013. - №. – С. 95 – 100.

## ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В СВАРОЧНОМ ОБОРУДОВАНИИ

В.В. Десятов, студент группы 10А72,  
научный руководитель: Крампит М.А.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы применения микроконтроллеров в сварочном оборудовании, применение различных датчиков для отслеживания процесса.

**Ключевые слова.** Микроконтроллеры, Arduino, управление процессом.