

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТОЙКОСТЬ КОКИЛЯ

Мамедов А.Т., Джадаров Э.Г., Поладов Н.Г. (АзТУ, г.Баку, Азербайджан)

*E-mail: ariff-1947@mail.ru*

**Аннотация:** В статье рассмотрено влияние конструкции и состава теплоизоляционных покрытий на стойкость чугунного кокиля. Установлено, что для нарушения целесности кокиля необходимо его расчленить, а в качестве материала для его изготовления использовать низколегированный чугун. В качестве теплоизоляционного покрытия предложено использовать двухслойное покрытие с казеиновой краской.

**Ключевые слова:** кокиль, материал, покрытие, стойкость, конструкция.

**1. Введение.** Известно, что при заливке сплава внутренняя полость кокиля быстро разогревается, в результате чего он должен был бы сильно расширяться. Однако этому препятствуют более холодные слои тела кокиля. В результате того, что расширение возможно только в направлении, перпендикулярном поверхности формирующейся отливки, а вдоль расширение не реализуется, то в теле кокиля возникают напряжения сжатия. Периодическая заливка сплава в кокиль приводит к циклическому возникновению и реализации напряжений, приводящих к усталостному разрушению его поверхности в виде сетки разгара.

Известно также, что по мере уменьшения площади нагрева кокиля возможности для свободного перемещения частиц вдоль поверхности возрастают, а возникающие при этом напряжения уменьшаются. Величина возникающих термических напряжений определяется нереализованными возможностями перемещения частиц вдоль поверхности. Таким образом, искусственно нарушая целостность кокиля, можно существенно уменьшить возникающие напряжения и повысить стойкость металлической формы [1].

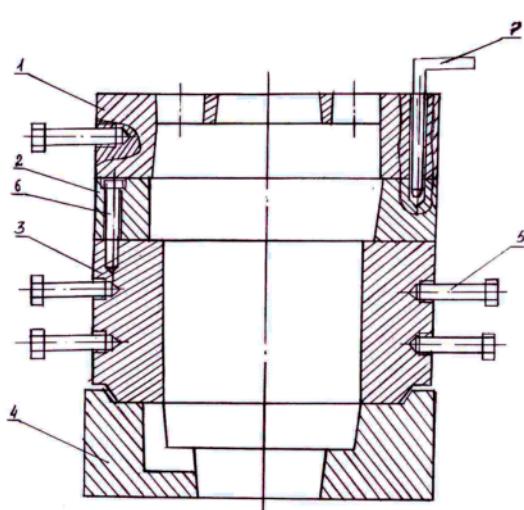


Рис. 1. Экспериментальный кокиль в сборе: 1 - прибыльная часть; 2-верхняя часть кокиля; 3-средняя часть кокиля; 4 – днище кокиля; 5 – цанфы; 6- болты; 7 – направляющие для сборки

**2. Основное содержание и результаты работы.** Нарушение целостности кокиля достигается в его расчленении на составные части с учетом конфигурации изготавливаемой отливки.

Ранее проведенными исследованиями установлено, что наиболее приемлемым, с точки зрения высокой стойкости, материалом для изготовления кокилей является хромоникелевый чугун [1].

Экспериментальный кокиль был изготовлен из легированного чугуна следующего химического состава, %:

$C=3,6$ ;  $Si=2,0$ ;  $Mn=0,5$ ;  $Ni=0,6$ ;  $Cr=0,7$ ;  $P=0,16$ ;  $S=0,03$ .

Цилиндрический кокиль с горизонтальным разъемом состоял из четырех частей. Вторая и третья части кокиля скреплялись между собой болтами, а

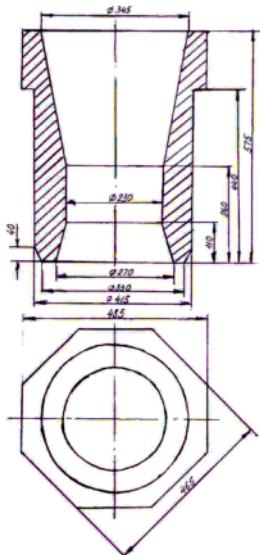


Рис. 2. Отливка «Вкладыш»

просверливалось глухое отверстие  $\varnothing$  6мм. Расстояние между дном отверстия и рабочей поверхностью кокиля составляло 0,5мм. Измерение температуры кокиля осуществлялось хромель-алюмелевой термопарой диаметром проволоки 0,3 и диаметром горячего спая 0,5мм, расстояние термопар от рабочей поверхности до тыльной стороны кокиля составляло 0,2мм, устойчивые результаты измерения температуры получали лишь при приварке термопары к телу кокиля методом конденсаторной сварки [2].

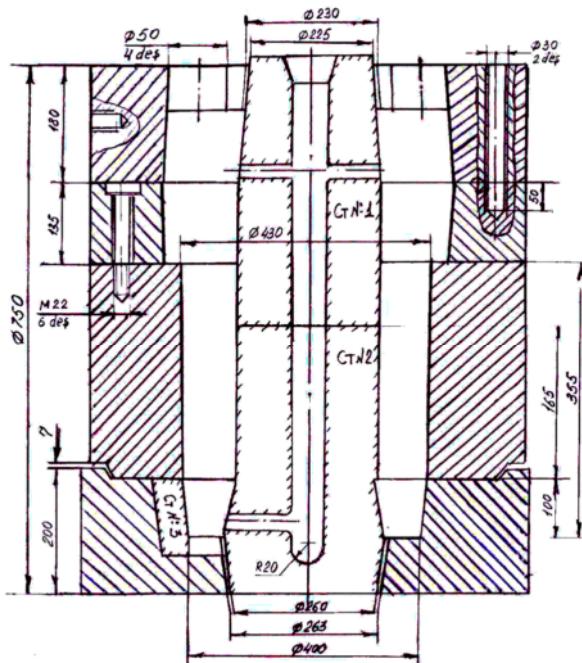


Рис. 3. Металлическая форма в сборе

рабочую поверхность теплоизоляционных покрытий.

Для экспериментов применялись следующие виды покрытий:

первая и четвертая части собирались по направляющим (рис.1).

Опытная отливка «Вкладыш» весом 460кг отливалась из стали 40ХЛ (рис. 2). Вес металла питателя составлял 70, столка-15, литниковой чаши – 15кг, общая металлоемкость формы составляла 560кг. Заливка производилась сифонно через земляной стержень. С целью избежания от приваривания жидкого металла к кокилю в нижней его части устанавливался земляной стержень №3 (рис. 3).

В процессе экспериментов измерялись температура жидкого металла и распределение температуры по сечению кокиля.

Температура жидкого металла в печи измерялась платино-платинородиевой термопарой типа ТПП-1, а в ковше перед заливкой оптическим пирометром типа ОППИР-17.

Для установления термопары в теле кокиля

Режим работы кокиля был установлен следующим:

начальная температура рабочей поверхности кокиля находилась в пределах  $170\ldots200^{\circ}\text{C}$ , время заливки металлом 120-150 сек., температура заливаемой стали  $1500\ldots1550^{\circ}\text{C}$ , время выдержки отливки в кокиле 15-20 мин.

Перед заливкой на рабочую поверхность кокиля пульверизатором наносился слой теплоизоляционного покрытия, толщина которого определялась с помощью индуктивного толщиномера.

Для уменьшения температуры рабочей поверхности кокиля, а следовательно, для уменьшения перепада температуры по ее сечению следует уменьшить интенсивность теплообмена между жидким металлом и контактирующей поверхностью. Этому способствует нанесение на

1. Однослойные покрытия толщиной 0,1-0,2мм на основе пасты «ГБ» или циркона.

2. Двухслойные покрытия толщиной 0,3-0,4мм. В качестве облицовки использовался состав, %:

маршалит – 15  
шамот молотый – 20  
глина огнеупорная – 10  
жидкое стекло – 5  
вода – 50

Сверх облицовки наносилась краске на основе пасты «ГБ» или циркона.

Состав краски, %

паста «ГБ» – 65,  
жидкое стекло – 5,  
вода – 30.

или циркон молотый – 90,  
жидкое стекло – 10,  
вода сверх – 100.

3. Полимерная краска на основе казеина сверх указанной облицовки.

казеин – 80;  
жидкое стекло плотностью 1,4г/см – 20;  
вода сверх – 100.

Установлено, что в первоначальный момент контакта жидкого металла с рабочей поверхностью неокрашенного кокиля она нагревалась до 750<sup>0</sup>С, при толщине однослойного покрытия 0,15мм-до 700<sup>0</sup>С, а при толщине двухслойного покрытия 0,3мм (совместно с краской на основе казеина) она доходила 650<sup>0</sup>С. При этом перепад температуры по сечению кокиля составлял, соответственно, 500, 450 и 400<sup>0</sup>С.

Различие температур объясняется тем, что в результате термической деструкции полимерной краски при ее контакте с заливаемым металлом образуется коксовый остаток, имеющий более высокую пористость и являющийся более эффективным теплоизолатором, способствующим уменьшению интенсивности теплообмена в системе отливка – кокиль.

Уменьшение максимальной температуры нагрева рабочей поверхности кокиля при использовании полимерной краски указывает на возможность ее применения в качестве одного из эффективных средств повышения стойкости кокиляй.

3. **Заключение.** Результаты экспериментов позволяют сделать заключение о том, что с точки зрения снижения температуры нагрева рабочей поверхности кокиля а, следовательно, повышения его стойкости против трещин, сетки разгара и отрывка, наиболее оптимальным следует считать двухслойное покрытие с казеиновой краской и использование составной конструкции

**Список литературы:** 1. Вейник А.И. Литье в кокиль, М., Маш., 1980. 2. ВласьевнинаЛ.К., Гини З.У. «Измерение температуры поверхности металлической формы». Литейное производство. 1967, №8.

**EFFECT OF CONSTRUCTION AND INSULATION SURFACE RESISTANCE KOKILYA**  
**Mamedov A.T., Jafarov E.G., Poladov N.G. (AzTU, Baku, Azerbaijan)**

*E-mail: ariff-1947@mail.ru*

**Abstract:** This paper considers the influence of design and composition of insulating coatings on the resistance of cast iron chill. Established that the violation tselesnosti chill to dismember it, and as

*material for its manufacture, use low-alloyed cast iron. As an insulating coating is suggested to use two-layer coating with casein paint. Key words: mold, material, coating, durability, design.*

## **ВПЛИВ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ НА СТІЙКІСТЬ КОКІЛЯ**

**Мамедов А.Т., Джасфаров Е.Г., Поладов Н.Г.** (АзТУ, м.Баку, Азербайджан)

*E-mail: ariff-1947@mail.ru*

**Анотація:** У статті розглянуто вплив конструкції і складу теплоізоляційних покрів на стійкість чавунного кокіля. Встановлено, що для порушення целесності кокіля необхідно його розчленувати, а як матеріал для його виготовлення-використовувати низьколегований чавун. В якості теплоізоляційного покриття запропоновано використовувати двошарове покриття з казеїнової фарбою.

**Ключові слова:** кокіль, матеріал, покриття, стійкість, конструкція.

Надійшла до редколегії 31.01.2011.

**УДК 621.7.015**

## **СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ**

**Марунич В.А., Яриз А.Ю.** (НМетАУ, г.Днепропетровск, Украина)

*E-mail: Yarizanna2007@ukr.net*

**Аннотация.** Для повышения качества поверхностного слоя полимерных изоляционных материалов в результате их лезвийной обработки разработан новый способ резания. Проведены экспериментальные исследования и определены оптимальные геометрические параметры режущего инструмента.

**Ключевые слова:** качество поверхности, полимерные изоляционные материалы, экспериментальные исследования, оптимальные режимы резания.

### **Введение**

Полимерные материалы в машиностроении приобретают все большую значимость и применяемость. Большое количество заготовок из полимеров нуждаются в их дальнейшей обработке резанием, а соответственно появляется задача обеспечения необходимого качества поверхности.

Известные способы повышения качества поверхностного слоя при лезвийной обработке материалов [1,2], как правило, эффективны для изделий из металлов (чугунов, сталей и их сплавов). Обработка резанием полимеров обладает рядом особенностей, не позволяющих применять к ним те же рекомендации, что и для металлов. Это связано со специфическими структурой и свойствами этих материалов. Применение для обработки вязкоупругих теплоизоляционных материалов традиционных условий резания приводит к отрыву срезаемого слоя по направлениям разрыва молекулярных связей на определенной стадии упругонапряженного состояния. Обработанный поверхностный слой при этом характеризуется неупорядоченными (хаотическими) вырывами и сколами по кромкам, определяющими весьма низкие показатели качества. Соответственно, получаются низкие показатели точности размеров обработанных поверхностей.

Для достижения необходимого качества поверхностного слоя полимерных теплоизоляционных материалов разработаны принципиально новые способы обработки [3,4]. Однако они требуют экспериментальных исследований для определения оптимальных технологических параметров (геометрических параметров режущей части

инструментов и режима резания), позволяющих обеспечить высокую производительность труда и достичь высокого качества поверхностного слоя, чтобы при этом на обработанной поверхности не было вырывов и сколов по кромкам.

Целью данной работы является достижение высокого качества поверхности полимерных изоляционных материалов в результате лезвийной обработки.

### **Основное содержание и результаты работы**

Новый метод обработки вязкоупругих полимерных материалов [3,4] основан на использовании схемы резания в двух взаимно перпендикулярных направлениях, позволяющих реализовать скользящее резание. Процесс скользящего резания вязкоупругих полимерных материалов предполагает существенное уменьшение деформации обрабатываемого материала по сравнению с традиционным резанием и, таким образом, создаются условия, при которых энергия деформации преобразовывается в работу разрыва молекулярных связей на более ранней стадии. При этом стружка образуется при свободном резании в результате хрупкого среза и надлома.

Схематизированная структурная основа физической модели процесса скользящего резания полимерного материала представлена на рисунке 1. В ней учитывается скольжение режущей кромки по поверхности резания, в результате которого упругая энергия преобразовывается в работу разрыва молекулярных связей на более ранней стадии деформации.

Физическая модель процесса скользящего резания полимерных материалов может быть упрощенно представлена следующим образом.

1. При скользящем воздействии лезвия инструмента на полимере из-за вязкоупругих свойств обрабатываемого материала, увеличенного рабочего участка лезвия инструмента и уменьшенного кинематического заднего угла формируются увеличенные фактические площадки контакта (I). Они предопределяют повышенное внешнее трение на задней поверхности лезвия инструмента и соответствующее тепловыделение (III). Однако температура резания невысокая вследствие малого внутреннего трения. В инструменте и полимере возникают циклические механические напряжения (II). В материале они приводят к разрыву химических связей.

2. Перераспределение сил, характерное для скользящего резания вязкоупругих полимерных материалов, действующих на передней и задней поверхностях лезвия инструмента, соответствующий режим резания и толщина срезаемого слоя, а также новые геометрические параметры предопределили тип образующейся стружки (IV). Стружка непрерывная и требуется ее надлом или срезание.

3. Значительное уменьшение зоны упругой деформации и ее величины при скользящем резании определило формирование обработанного поверхностного слоя (V) без вырывов и сколов по кромкам.

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс резания и, в частности, процесс скользящего резания представляет собой комплекс чрезвычайно сложных явлений, зависящих от физико-механических свойств обрабатываемого материала, качества режущего инструмента и многих других факторов.

Многие авторы, в том числе в работе [5] рекомендуют процесс резания, ввиду его сложности, изучать математическими методами планирования эксперимента, которые основаны на кибернетическом подходе к объекту исследования. Наиболее подходящей моделью при таком подходе является «черный ящик» (рис. 1).

Площадки, входящие в объект, соответствуют возможным способам воздействия или факторам. Группа факторов, обозначенных буквами  $X_1, X_2, \dots, X_k$ , соответствуют

управляемым факторам, при изменении которых непосредственно изучается объект исследования. Факторы  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  и  $W_1, W_2, \dots, W_i$  представляют группу неуправляемых факторов, существенно увеличивающих ошибку эксперимента или шумовое поле, на фоне которого выделяется полезный сигнал. Факторы  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  можно контролировать в процессе эксперимента, а факторы  $W_1, W_2, \dots, W_i$  относятся к возмущающим неконтролируемым воздействиям на объект исследования. Стрелки  $Y_1, Y_2, \dots, Y_m$ , выходящие из объекта, соответствуют параметрам оптимизации.

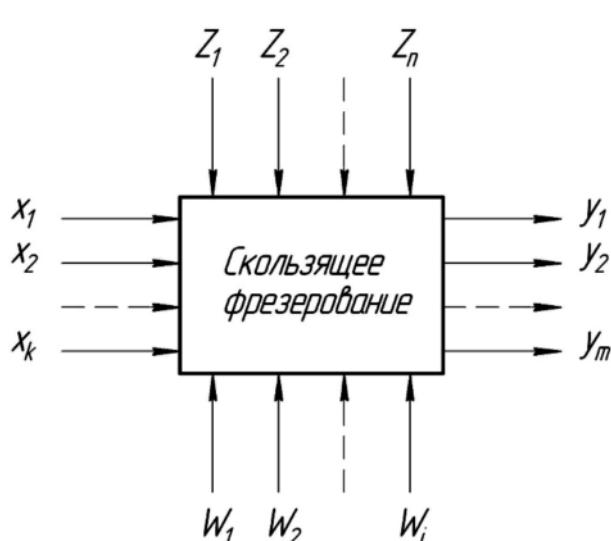


Рис. 1. Схема кибернетической модели процесса скользящего резания

сократить количество опытов по сравнению с дисперсионным анализом.

Обрабатываемый полимерный теплоизоляционный материал – пенополиуретан (ППУ).

На этапе предварительного изучения технологического процесса скользящего торцового фрезерования ППУ необходимо было сократить число исследуемых факторов, что позволило, с одной стороны исключить из рассмотрения наименее важные факторы, а с другой – сократить сроки и средства на выполнение экспериментальной отработки.

В связи с тем, что вопрос о возникновении вырывов и сколов по кромкам при фрезеровании ППУ практически не изучен, а их образование зависит от целого ряда факторов, то в целях формализации априорной информации о существенности влияния того или иного фактора на параметр оптимизации специалистам и производственникам по обработке ППУ разданы анкеты (таблица 1).

В анкете факторы расположены в случайном порядке ( $X_1, X_2, \dots, X_{14}$  – кодовые обозначения факторов). Даны также размерности и область варьирования. При этом, экспертам было предложено уточнить состав факторов и интервал их изменения. С целью введения количественной меры экспертам было предложено расположить факторы в порядке убывания их воздействия на образование дефектов. Когда специалист не мог указать порядок следования для двух или нескольких рядом стоящих факторов, то им приписывался один и тот же номер, а при вычислении вводились связанные дробные ранги.

Матрица рангов, полученная из анкет, была преобразована так, чтобы сумма рангов в каждой строке равнялась  $(K+1)K/2$ , где  $K$  – число ранжируемых факторов. Преобразованная матрица приведена в таблице 2. Цифры, стоящие в клетках таблицы, соответствуют месту, отведенному данному фактору в ранжировочном ряду. Фактор,

Кибернетический подход в планировании эксперимента позволяет фиксировать выходы, то есть параметры оптимизации, при варьировании факторов на нескольких уровнях. При этом не обязательно заботиться о механизме явлений, протекающих в «ящике». Это дает возможность определить связь между входом и выходом объекта исследования и описать указанную связь вполне определенной математической моделью, не рассматривая характер протекающих процессов.

Исследования проводились методом математического планирования с постановкой полного факторного эксперимента, что позволит существенно

сумма рангов которого меньше, занимает более высокое место в среднем ранжировочном ряду. Поэтому по числу, стоящему в строке "сумма рангов", можно судить о порядке убывания важности факторов.

Таблица 1. Анкета исследуемых факторов

Фактор	Определение	Интервал изменения
X1	Угол наклона кромки, $\lambda$ , град	70...85
X2	Скорость главного движения резания, $V$ , м/с	0,5...8
X3	Передний угол, $\gamma$ , град	40...80
X4	Задний угол, $\alpha$ , град	0...40
X5	Скорость движения подачи, $V_s$ , мм/мин	80...1000
X6	Угол заострения, $\beta$ , град	7...13
X7	Радиус округления режущей кромки, $\rho$ , мкм	6...10
X8	Глубина резания, $t$ , мм	1...3
X9	Температура резания, $\Theta$ , °С	40...80
X10	Микроструктура и химический состав материала лезвия инструмента	9ХС по ГОСТ 5950-73
X11	Твердость ножа, HRC $\varnothing$	59...63
X12	Микроструктура, ячеистая структура и химический состав обрабатываемого материала	Рипор-2Н
X13	Шероховатость передней поверхности лезвия, $R_a$ , мкм	0,4...1,25
X14	Шероховатость задней поверхности лезвия, $R_a$ , мкм	0,4...1,25

Степень согласованности мнений специалистов оценивалась с помощью коэффициента конкордации, вычисленного для случая связанных рангов по формуле:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(k^3 - k) - m \sum_i T_i} = \frac{65308,25}{82127,5 - 275,5} = 0,798,$$

где  $T_i = \frac{1}{12} \sum_j (t_j^3 - t_j)$ ;

$t_j$  – число одинаковых рангов в  $i$ -ом ранжировании;

$k$  – число факторов, включенных в анкету;

$S$  – сумма квадратов отклонений.

Сумму квадратов отклонений определили из выражения:

$$S = \sum_{i=1}^m \Delta_i^2,$$

где  $\Delta_i^2 = \sum_{j=1}^k a_{ij} - T$ ;

$m$  – число опрашиваемых экспертов;

$$T = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k a_{ij}}{k} = \frac{1985,5}{14} = 141,82.$$

Для исследуемого процесса скользящего фрезерования ППУ  $W=0,798$ .

Значимость этого коэффициента оценивалась по  $\chi^2$  критерию с помощью формулы:

$$\chi^2 = m \cdot (k-1) \cdot W = 19 \cdot (14-1) \cdot 0,798 = 197,106$$

для 5%-ного уровня значимости и числа степеней свободы  $f=K-1$ .

Для 1%-ного уровня значимости при числе степеней свободы  $f=13$   $\chi^2_{\text{табл}}=27,7$ , то есть  $\chi^2_{\text{табл}} \leq \chi^2$ .

Таким образом, с вероятностью более 99% можно утверждать, что существует определенная согласованность мнений специалистов относительно степени влияния исследуемых факторов, оцениваемая коэффициентом конкордации  $W=0,798$ .

Получение значимого коэффициента конкордации дало возможность построить среднюю априорную диаграмму рангов для исследуемых факторов (рис.2), которая достоверно показывает неравномерность распределения значимости факторов, а также экспоненциальное убывание их значимости.

На основании диаграммы рангов выделили наиболее существенные факторы:  $X_1$  – угол наклона кромки  $\lambda$ ;  $X_3$  – передний угол  $\gamma$ ;  $X_2$  – скорость главного движения резания  $V$ ;  $X_5$  – скорость движения подачи  $V_s$ .

Фактор  $X_4$  отсекли, так как задний угол  $\alpha$  при постоянном значении

угла заострения  $\beta$  становится зависимым от переднего угла  $\gamma$ . По результатам

предварительных опытов отсекли фактор  $X_9$  (температура резания близка к

Рис. 2. Средняя априорная диаграмма рангов

окружающей среде).

Остальные факторы в данном эксперименте приняли с учетом априорной информации по среднему значению в интервале изменения и сохраняли постоянными при проведении всех опытов. Наименование факторов, их обозначение, размерность, уровни варьирования, а также новые кодовые обозначения, перегруппированные в соответствии с результатами априорного ранжирования, представлены в табл. 3.

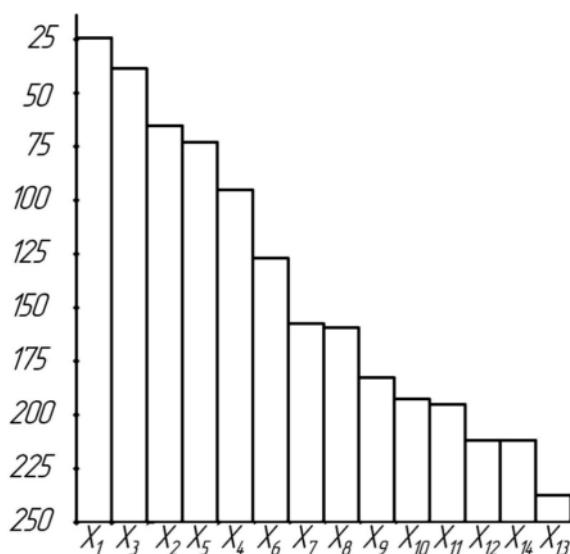
Исследование проводилось в соответствии с планом эксперимента, приведенным в табл. 4, где количество опытов  $N$  определяли по формуле  $N=2^k$ , при варьировании факторов на двух уровнях.

Сочетание факторов, удовлетворяющее требованию к качеству обработанной поверхности образца, получено в четвертой и двенадцатой сериях опытов. Учитывая, что в двенадцатой серии опытов, параметры режима резания обеспечивает большую производительность, то это сочетание факторов является рациональным. При этом подача на зуб составила  $S_z=0,4$  мм.

Для установления рациональных зон угловых параметров инструментов для торцового скользящего фрезерования проведены опыты при значениях факторов, соответствующих нулевому уровню. При этом подача на зуб оставалась неизменной ( $S_z=0,4$  мм). На обработанной поверхности образца полностью отсутствовали вырывы и сколы по кромкам.

Таким образом, рациональные зоны угловых параметров торцовых фрез соответствуют следующим значениям:

➤ угол наклона кромки,  $\lambda - 75^\circ \dots 85^\circ$ ;



- передний угол,  $\gamma = 68^\circ \dots 75^\circ$ ;
- задний угол,  $\alpha = 5^\circ \dots 12^\circ$ .

Что касается рациональных зон параметров режима резания, то нижним пределом, при необходимости, можно считать следующие значения: скорость главного движения резания  $V=2,6\text{м/с}$ ; скорость движения подачи  $V_s=200\text{мм/мин}$ . Отработка верхнего предела рациональной зоны для скорости главного движения резания, при подаче на зуб  $S_z=0,4\text{ мм}$ , осуществлялась в производственных условиях.

В результате отработки был установлен верхний предел рациональной зоны для скорости главного движения резания  $V=20\text{м/с}$ . Дальнейшее увеличение скорости главного движения резания приводит к интенсивному повышению концентрации мелкодисперсной пожаровзрывоопасной пыли ППУ в зоне резания.

В этой связи следует поставить вопрос об изучении влияния дальнейшего повышения скорости главного движения резания на образование мелкодисперсной пыли при скользящем фрезеровании, с учетом требований по допустимой ее концентрации, исключающей пожаровзрывоопасность.

Таблица 2. Преобразованная матрица рангов

Опрашиваемый эксперимент	Исследуемые факторы														$\sum(t_j^3 - t_j)$
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	1	4	6	5	9,5	7,5	11	13	7,5	14	12	9,5	6+6
2	1	3	2	4,5	4,5	10	12	6,5	8,5	6,5	14	13	8,5	11	6+6+6
3	1	2	3	5	4	8	13	6	10	7	9	11	12	14	0
4	1	4	2	5	3	6	8	7	10	11	9	13	12	14	0
5	2	5	1	6	3	4	7	10	8	11	9	12	14	13	0
6	1	3	2	6	4	5	7,5	7,5	9	12	11	10	13	14	6
7	1	2	3	5	4	6	8	7	9,5	11	9,5	12	14	13	6
8	1,5	3	1,5	6	5	4	7	9	8	12	10	11	13	14	6
9	1,5	3	1,5	5,5	4	5,5	8	7	9,5	11	13	12	14	9,5	6+6+6
10	2	5	1	4	3	14	6	8	7	10	13	9	11	12	0
11	1	3	2	5	4	7	14	6	8	11	9	10	12	13	0
12	1	4	2	5	3	6,5	6,5	14	12	8	11	13	9	10	6
13	1,5	3	1,5	6	4	5	7	8,5	11	10	13	14	12	8,5	6+6
14	1	4	3	5	2	7	6	12	9	11	10	8	13,5	13,5	6
15	1	4,5	2	4,5	3	6,5	10,5	8,5	12,5	6,5	14	8,5	12,5	10,5	6+6+6+6+6
16	1,5	3	1,5	5	4	7,5	10	9	11	7,5	12	13,5	13,5	6	6+6+6
17	1,5	3,5	1,5	5	3,5	6,5	6,5	9,5	12	9,5	11	14	13	8	6+6+6+6
18	1	3	2	5	4	7,5	9,5	11	6	12	13	7,5	9,5	14	6+6
19	1	4	3	2	5	7	6	14	10	12	8	11	13	9	0

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Сумма рангов $\sum_{i=1}^m a_{ij}$	24,5	65	36,5	93,5	73,5	128	162	168	182	192	196	216,5	231,5	216,5	
Отклонение от средней суммы рангов $\Delta_i$	-117,32	-76,82	-105,32	-48,32	-68,32	-13,82	20,18	26,18	40,18	50,18	54,18	74,68	89,68	74,68	
Квадраты отклонений $\Delta_i^2$	13763,98	5901,31	11092,3	2334,82	4667,6	190,99	407,23	685,39	1614,43	2518,03	2935,47	5577,1	8042,5	5577,1	

Таблица 3. Результаты априорного ранжирования

Независимая переменная	Кодированное обозначение	Нулевой уровень	Уровень варьирования	
			нижний (-)	верхний (+)
Угол наклона кромки, $\lambda$ , град	X1	75	65	85
Передний угол, $\gamma$ , град	X2	68	61	75
Скорость главного движения резания, $V$ , м/с	X3	2,6	1	4,2
Скорость движения подачи $V_s$ , мм/мин	X4	200	100	315

Таблица 4. – Рабочая матрица планирования эксперимента

Номер серии опытов	X1	X2	X3	X4	Параллельные опыты	
					Y1	Y2
1	-	-	+	-	5	5
2	+	-	+	-	2	2
3	-	+	+	-	4	4
4	+	+	+	-	1	1
5	-	-	-	-	6	6
6	+	-	-	-	5	5
7	-	+	-	-	6	6
8	+	+	-	-	2	2
9	-	-	+	+	5	5
10	+	-	+	+	3	3
11	-	+	+	+	4	4
12	+	+	+	+	1	1
13	-	-	-	+	6	6
14	+	-	-	+	5	5
15	-	+	-	+	6	6
16	+	+	-	+	2	2

### **Заключение:**

1 С целью повышения качества обработанной поверхности полимерного материала предлагается применять способ резания, основанный на использовании схемы обработки в двух взаимно перпендикулярных направлениях и позволяющий реализовать эффект скользящего резания.

2 Схематизирована физическая модель процесса скользящего резания полимерного материала, учитывая основные факторы, влияющие на качество обработанного поверхностного слоя.

3 Разработана схема кибернетической модели процесса скользящего резания, позволяющая определить связь между входом и выходом объекта исследования и описать указанную связь вполне определенной математической моделью, не рассматривая характер протекающих процессов.

4 В результате многофакторного экспериментального исследования определены параметры торцовых инструментов, обеспечивающие требования к качеству поверхностного слоя и наивысшую производительность. К таким параметрам относятся: угол наклона кромки  $\lambda=80^\circ$ ; передний угол  $\gamma=75^\circ$ ; задний угол  $\alpha=5^\circ$ ; скорость главного движения резания  $V=20\text{м/с}$ ; подача на зуб  $S_z=0,4\text{мм}$ .

5 Дополнительные экспериментальные исследования позволили определить зоны рациональных значений исследуемых параметров, обеспечивающие выполнение основного критерия – отсутствия вырывов и сколов поверхностного слоя.

**Список литературы:** 1. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. М.: Машиностроение, 2000, 320с. 2. Технологические основы обеспечения качества машин / К.С. Колесников, Т.Ф. Баландин, А.М. Дальский и др.; Под общ. ред. К.С. Колесникова. М.: Машиностроение, 1990. 256с. 3. Марунич В.А. Способ обработки материалов резанием. – Патент Росси №2031790. 27.03.1995. – Бюл. №9. 4. Марунич В.О. Способ обробки матеріалів різанням. – Патент України №19905. 15.01.2007. Бюл. №1. 5. Душинский В.В., Пуховский Е.С., Радченко С.Т. Оптимизация технологических процессов в машиностроении. – Киев: Техника, 1977.

### **СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПОЛІМЕРНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ЛЕЗВІЙНІЙ ОБРОБЦІ**

**Марунич В.О., Яріз Г.Ю. (НМетАУ, м. Дніпропетровськ, Україна)**

Для підвищення якості повеневого шару полімерних ізоляційних матеріалів в результаті їх лезвійної обробки розроблений новий спосіб різання. Проведені експериментальні дослідження та визначені оптимальні геометричні параметри ріжучого інструменту.

**Ключові слова:** якість поверхні, полімерні ізоляційні матеріали, експериментальні дослідження, оптимальні режими різання.

### **THE UPGRADING METHOD OF SURFACE LAYER POLYMERIC LOW-CONDUCTIVITY MATERIALS AFTER CUTTING**

**Marunych V.A., Yariz A.Yu. (NMetAU, Dnepropetrovsk, Ukraine)**

To improve the quality of the surface layer of polymeric insulating materials due to their edge cutting process, the new method of cutting. The experimental efforts are realized and determined the optimum geometrical parameters of cutting tool.

**Key words:** surface condition, polymeric insulating materials, experimental efforts, beet cutting conditions.

Надійшла до редколегії 31.01.2011.