

УДК 621.7.015

СТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТОВ С КРУГОВОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ

©Мелконов Л. Д., Мелконов Г. Л.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Рассмотрим процесс контроля за стойкостью чашечного резца в течении определенного времени работы. Предложены технологические показатели являющиеся критериями износа инструмента. Разработана методика проведения экспериментальных исследований. Представлены результаты проведенных стойкостных испытаний. Дальнейшее проведение экспериментальных исследований являлось нецелесообразным т.к. это уже была бы зона чернового точения, а не чистового.

Ключевые слова: стойкость инструмента, виды износа, время работы, технологические параметры, обрабатываемое изделие, чашечный резец, режим резания, карданный вал.

Мелконов Л. Д., Мелконов Г. Л. «Стійкість інструментів з круговою ріжучою крайкою».

Розглянемо процес контролю за стійкістю чашкового різця в перебігу певного часу роботи. Запропоновано технологічні показники є критеріями зносу інструменту. Розроблено методику проведення експериментальних досліджень. Представлені результати проведених стійкісних випробувань. Подальше проведення експериментальних досліджень було недоцільним тому це вже була б зона чорнового точіння, а не чистового.

Ключові слова: стійкість інструменту, види зносу, час роботи, технологічні параметри, оброблюваний виріб, чашкове різець, режим різання, карданный вал.

Melkonov L. D., Melkonov G. L. «Persistence tools with circular cutting edge».

Consider the process of checking the stability of the cup cutter for a certain period of work. Proposed indicator is a technological tool wear. The technological of experimental studies. The results of tests conducted streight. Further experimental studies are not feasible because it would already be roughing zone and not finishing.

Key words: tool life, wear types, operation, process parameters, the work piece, the cup-cutter, cutting mode, the driveshaft.

1. Введение

Основанием для выбора установки режимов резания является требования, предъявляемые к качеству обработанной поверхности, а также к стойкости любого режущего инструмента и чашечного в частности.

Стойкость режущего инструмента – это способность сохранять работоспособность режущего лезвия в течении определенного периода времени. Стойкость режущего инструмента существенным образом влияет на экономические показатели обработки – производительность и стоимость операции.

2. Анализ литературных данных и формулировка цели

Анализ литературных источников [1, 2, 3] показал, что применение инструментов с круговой вращающейся кромкой ведет к значительному повышению периода стойкости и как следствие повышение производительности процесса обработки. В основе таких изменений лежит замена трение скольжение на трение качение между обрабатываемой заготовкой, стружкой и инструментом.

Результатами выполненных исследований, вышеперечисленных авторов, явилось то, что стойкость чашечного инструмента возросла в десятки и более раз.

Наряду с повышением стойкости инструмента и за счет этого появилась возможность повысить скорость резания. Повышение скорости резания благоприятно сказалось на производительности и стоимости операции [1]. Производительность возросла, а цена операции снизилась. В основе повышения стойкости чашечного инструмента лежит увеличение длины режущего лезвия. Вращение инструмента способствует активному теплоотводу температуры поверхности инструмента.

Исследования, проведенные в последнее время, указывают на то, что общепринятые степенные зависимости между стойкостью инструмента, режимами резания, геометрией режущего лезвия и другими параметрами в связи с расширением номенклатуры обрабатываемых материалов и развитием станочного парка оказываются непригодными. Поэтому появилась проблема установления новых отвечающих современным требованиям зависимостей [3].

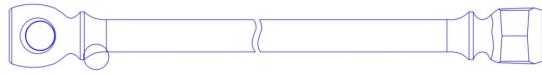
Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать цель данной статьи – определение периода стойкости режущего лезвия чашечного резца от времени его работы – периода стойкости.

3. Методика проведения экспериментальных исследований

Методика проведения экспериментальных исследований, предусматривает обоснование выбранного направления экспериментальных исследований программу конкретных экспериментов, оценку точности и достоверности полученных данных, вывода эмпирической зависимости стойкости инструмента от времени работы. Учитывая вышеизложенное необходимо задаться следующими условиями – режимы резания во время проведения эксперимента будут постоянными. Значение величин режимов резания выбирались из литературных источников [3, 4.], а также в ходе проведения предварительных экспериментов. В этих экспериментах критерием выбора наиболее благоприятных режимов резания служили минимальные значения высоты шероховатости обработанной поверхности. Результатом этой работы являются следующие режимы резания: $V = 100 \text{ м/мм}$, $S = 0,4 \text{ мм/об}$, $t = 0,4 \text{ мм}$. Одним из немаловажных параметров, влияющих на процесс обработки, является угол скрещивания осей обрабатываемой заготовки и инструмента $\gamma = 37^\circ$.

В качестве обрабатываемого изделия был принят карданный вал шахтного насоса. Карданный вал является нежесткой деталью ($L > 10 d$) и одновременно выполняющий ответственную роль в конструкции насоса [2]. Потому очень важно изготовить в

соответствии с требованиями чертежа. Для изготовления карданного вала использовалась заготовка диаметром 45 мм длиной 410 мм из стали марки 40Х. Чертеж готовой детали карданный вал приведен на рисунке 1.



Заготовку карданного вала обрабатывали чашечным инструментом представляющим из себя твердосплавную

пластинку марки Т15К10, с наружным диаметром режущего лезвия 32 мм толщиной 10 мм с углом наклона боковой (задней) поверхности 6° . Этот инструмент использовался исключительно на чистовой операции (рис. 2). Стойкость чашечного инструмента контролировалась по двум параметрам: диаметру твердосплавной пластины по режущему лезвию и пояску износа по задней поверхности [4]. Контролируемые параметры представлены на рис. 3.

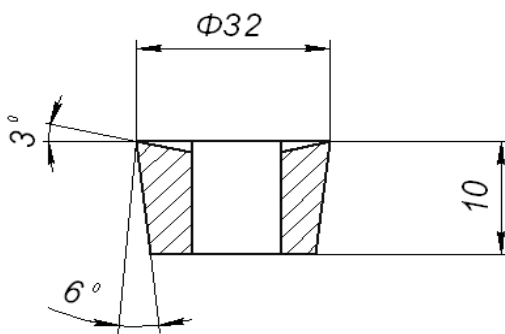


Рис. 2 – Твердосплавная круглая пластинка

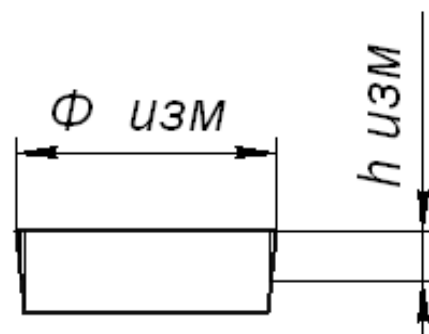


Рис. 3 – Схема износа твердосплавной чашечной пластины

В качестве измерительного инструмента использовался штангенциркуль с часовым индикатором, с ценой деления 0,1 мм и инструментальный микроскоп БМИ-1 с точностью деления до 0,005 мм.

4. Результаты проведенных исследований

Заготовка карданного вала, предназначенного для чистовой обработки, устанавливалась на токарном станке модели 16К20. Один конец зажимался в патроне станка, второй конец поджимался центром задней бабки. Чашечный резец устанавливался в центрах токарного станка под углом γ равным 37° . Режимы резания устанавливались в соответствии с приведенными в методике, равными $V = 100 \text{ м/мин}$; $S = 0,4 \text{ мм/об}$; $t = 0,4 \text{ мм}$. На чистовую операцию затрачено $t = 126 \text{ мин}$. Заготовке сообщалось вращение со скоростью 100 м/мин , в зону резания подводился чашечный резец и производилась чистовая обработка. После завершения чистовой операции деталь снималась со станка, а на её место устанавливалась новая заготовка [3]. После каждой обработки детали производились замеры режущего лезвия чашечного резца на предмет определения износа, а результаты протоколировались (таблица 1).

Замеры проводились диаметра режущего лезвия и ширины фаски по задней поверхности. Проводились измерения и принимались средние значения.

Таблиця 1 – Результаты измерений износа чашечного резца
по диаметру режущего лезвия и фаски износа по задней поверхности

№ п/п	Время работы резца T мин	Износ по диаметру $\varnothing_{изм.}$, мм	Вели- чина износа $\Delta\varnothing =$ $= \varnothing - \varnothing_{изм.}$, мм	Износ по задней поверх- ности $h_{изм.}$, мм	Шерохова- тость обр. поверхности R_a и R_z , мкм	Составля- ющая сила резания $P_y (H)$	Темпе- ратура в зоне резания Q°
1	10	$\varnothing 32$	-	-	$R_a=1,6$	800	300
2	20	$\varnothing 31,97$	0,03	0,1	$R_a=1,6$	800	300
3	40	$\varnothing 31,94$	0,06	0,2	$R_a=1,6$	800	300
4	60	$\varnothing 31,9$	0,1	0,3	$R_a=1,6$	800	310
5	80	$\varnothing 31,7$	0,3	0,37	$R_a=1,6$	810	310
6	100	$\varnothing 31,58$	0,42	0,42	$R_a=1,7$	810	320
7	120	$\varnothing 31,52$	0,48	0,5	$R_a=1,79$	850	330
8	140	$\varnothing 31,47$	0,53	0,56	$R_a=1,82$	870	370
9	160	$\varnothing 31,4$	0,6	0,61	$R_a=1,88$	900	390
10	180	$\varnothing 31,3$	0,7	0,68	$R_a=2$	930	415
11	200	$\varnothing 31,3$	0,7	0,71	$R_a=2,5$	980	447
12	220	$\varnothing 31,25$	0,75	0,75	$R_a=2,5$	1050	493
13	240	$\varnothing 31,1$	0,9	0,8	$R_z=15$	1120	515
14	260	$\varnothing 31,1$	0,9	0,85	$R_z=18$	1190	534
15	280	$\varnothing 31,1$	0,9	0,89	$R_z=20$	1200	600
16	300	$\varnothing 31,1$	0,9	1	$R_z=25$	1280	620
17	320	$\varnothing 31$	1	1,3	$R_z=30$	1350	643
18	340	$\varnothing 29$	3	1,7	$R_z=38$	1410	670
19	360	$\varnothing 28$	4	2	$R_z=51$	1600	713

Учитывая тот факт, что в данной работе ставилась цель определения времени в течении которого чашечный резец будет сохранять работоспособность, анализ таблицы показал, что наименьший износ чашки по диаметру и по задней поверхности будет в диапазоне времени $T = 10 \text{ мин} \div 300 \text{ мин}$. Свыше 300 мин наступает катастрофический износ. Критерием износа чашечного резца является качество обработанной поверхности – шероховатость, силы резания и температура резания.

Результатом проведенных экспериментов установлено, что достижение фаски износа по задней поверхности $h_{изн} = 0,85 \text{ мм} \div 1 \text{ мм}$ отрицательно сказалось на высоте микронеровностей обработанной поверхности [4]. Из анализа таблицы 1 и рисунка 4 видно, что шероховатость обработанной поверхности в начальный период точения вала составляла 1,6 мкм во временном отрезке от 20 мин до 200 обработки высота микронеровностей оставалась практически неизменной и составила $R_a=2$ мкм.

По результатам проведения исследований построен график зависимости величины износа по задней поверхности от времени работы.

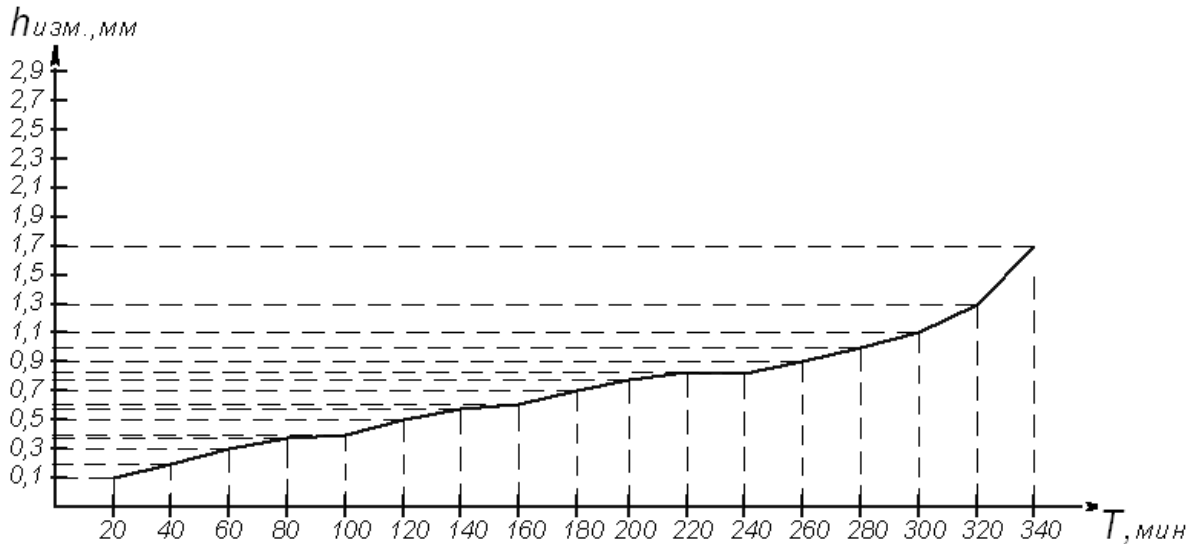


Рис. 4 – График зависимости износа чашки $h_{\text{изм}}$ от времени работы T

При дальнейшей обработке высота микронеровностей увеличивалась от $R_a=2$ мкм до $R_a=20$ мкм. После отработки чашечных резцов, по обработке карданных валов, 300 мин наступал катастрофический износ. Размер фаски по задней поверхности составил $h_{\text{изн}}=1,7-2$ мм, что привело к катастрофическому износу. Высота микронеровностей достигла $R_z=51$ мкм. Аналогичная картинка наблюдалась и при исследовании зависимости силы резания и температуры от временного износа чашечного резца. Наиболее меньшие значения силы резания и температуры были при $t=220$ мин, потом наблюдалось повышение до $t=320$ мин. С истечением времени работы более 300 мин эти показатели резко возрастали и достигли $P_y=1600H$, $Q^\circ=713^\circ$. Это также свидетельствует о катастрофическом износе чашечного резца [3]. В процессе проведения экспериментальных исследований зависимость изменения высоты шероховатости обработанной поверхности, силы резания и температуры от износа чашечного резца по диаметру не установлено. Анализируя проведенное экспериментальное исследование можно сделать предположение, что стойкость инструмента C от времени работы T будет представляться в общем виде: $C = f(t)$. Проведя анализ таблицы представленной на рис. 1 и графика построенного по данным таблицы можно сделать вывод, что кривая подчиняется следующему закону:

$$h_{\text{изм}} = \sqrt{T}, \quad (1)$$

то есть будет представлять из себя кривую приближенно напоминающую гиперболу.

Выводы

Основной целью проведенных экспериментальных исследований является установление зависимости стойкости чашечного инструмента от времени непрерывной эксплуатации.

Критерием износа чашечного резца являлось появление матовой ленточки по задней поверхности. С увеличением непрерывной работы чашечного резца ширина матовой ленточки увеличивалась.

За основу критериев износа чашечного резца принят технологический показатель – высота микронеровностей обработанной поверхности карданного вала. Также исследовалось влияние величины износа чашечного инструмента на такие параметры как сила резания и температура резания.

Установлено, что с течением времени от 0 мин до 220 мин величина износа по задней поверхности была минимальной и составила $h_{изн}=0,75\text{ мм}$, высота микронеровностей равнялась $R_a=2,5$ мкм, сила резания колебалась в пределах $P_y=800-980\text{ Н}$, температура резания $Q^\circ=300-500^\circ$. С дальнейшей эксплуатацией чашечного резца $t=300\text{ мин}$ фаска износа достигла $h_{изн}=1\text{ мм}$; высота шероховатости $R_z=25$ мкм; сила резания $P_y=1280\text{ Н}$ и температура в зоне резания $Q^\circ=620^\circ$. С дальнейшей эксплуатацией чашечного резца наступал катастрофический износ при $t>320\text{ мин}$ и все экспериментальные показатели достигли своего максимума $R_a=51$ мкм; $P_y=1600\text{ Н}$; $Q^\circ=713^\circ$.

Дальнейшее проведение экспериментальных исследований являлось нецелесообразным, т. к. это уже была бы зона чернового точения, а не чистового.

Выведенная эмпирическая зависимость (1) позволит определять величину износа по задней поверхности инструмента без проведения дополнительных экспериментальных исследований.

Список использованных источников:

1. Маталин А. А. Технология машиностроения: учебник для студентов вузов / А. А. Маталин. – Л. : Машиностроение, 1995. – 542 с.
2. Гурин Ф. Р. Повышение качества и точности поверхности валов технологическими методами / Ф. М. Гурин, Е. У. Зарубицкий, Л. Д. Мелконов // Режущий инструмент и производительная обработка резанием: материалы Всесоюзного науч.-техн. семинара. – М.: МДНТП, 1982. – С. 122–128.
3. Мелконов Л. Д. Исследование влияния угла скрещивания и режимов резания на качество и точность обработанной поверхности чашечными принудительно вращающимся резцом / Л. Д. Мелконов // Прогрессивные конструкции режущих инструментов и рациональные условия их эксплуатации: сб. – М.: МДНТП, 1983. – С. 34–38.
4. Мелконов Л. Д. Технологические особенности обработки рабочих поверхностей винтовых валковых калибров чашечными принудительно вращающимися резцами / Л. Д. Мелконов. – Луганск, 2012. – С. 52–57.

Стаття надійшла до редакції 5 травня 2014 р.

УДК 678.011

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРУШЕНИЯ КОМПОЗИТОВ ПРИ РЕЗАНИИ

©Прилипко А. Л.

Украинская инженерно-педагогическая академия

В статье рассматривается проблема физических особенностей разрушения, процесса образования трещин их геометрия, что зависит от распределения напряжения и энергии разрушения каждой фазы и размера частиц в композитных материалах при резке, используя метод акустической эмиссии.

Ключевые слова: композиционные материалы, пути разрушения, процесс резания, энергия разрушения, поверхность разрушения.

Прилипко А. Л. «Фізичні особливості руйнування композитів при різанні».

В статті розглядається проблема фізичних особливостей руйнування, процесу утворення тріщин та їх геометрії, що залежить від розподілення напруги і енергії руйнування кожної фази, а також розміру частинок в композитних матеріалах при різанні використовуючи метод акустичної емісії.

Ключові слова: композитні матеріали, шляхи руйнування, процес різання, енергія руйнування, поверхня руйнування.

Prilipko A. L. "Physical features of the destruction during cutting".

In the article the problem of the physical features of the destruction process of cracking their geometry, which depends on the stress distribution and energy of destruction of each phase and size of particles in composite materials during cutting using the method of acoustic emission is considered.

Key words: composite materials, the path of destruction, cutting process, the energy of destruction, the surface of fracture.

Введение

Полимерные материалы в современном машиностроении занимают особое место и находят все большее применение во всех отраслях народного хозяйства. Большое разнообразие конструкций из композиционных материалов, технологий и режимов их первичного формообразования приводит в каждом конкретном случае к созданию нового композиционного материала, что требует при принятии решения о его дальнейшей обработке резанием индивидуального подхода с учетом наследуемых признаков первичных технологий и обеспечения оптимальных свойств для предполагаемых условий эксплуатации изделия. Многие детали современных машин изготавливаются из полимеров и зачастую требования конструкторской документации предполагают применение методов обработки резанием. Эти факторы в итоге приводят к повышению требований к качеству поверхностного слоя полимерных изделий после механической обработки.

1. Постановка проблемы

В настоящее время возрастают темпы производства композитных материалов, что способствует появлению их в большом количестве. Поэтому изучение свойств этих материалов не успевает за их созданием. Основные проблемы возникают при выполнении резания с использованием методов механической обработки волокнистых, полимерных композитов которые использовались до настоящего времени не позволяют избежать разрушений поверхностного слоя ВПК по поверхностям раздела структурных компонентов и снижения его глубины до уровня не более 20–50 мкм. Это приводит к возникновению «ворсистости» обработанной поверхности. Кроме того, происходит термомеханическое деструктирование полимерных составляющих композита.

Одной из важнейших задач является разработка новых методов обработки с применением высокоскоростного резания композитных материалов на основе волокнистых полимеров сущность которых заключается в повышении качества поверхностного обрабатываемого слоя с целью разработки оптимальных процессов резания, обеспечения благоприятных условий для получения обработанной поверхности высокой точности и надлежащего качества.

2. Анализ основных исследований и публикаций

Исследованиями в области физических особенностей разрушения композитных материалов при резании занимались многие ученые которые внесли значительный вклад позволивший совершенствовать процесс механической обработки.

Форвуд С.Т., отмечал, что фронт трещины, движущейся в хрупком материале, на мгновение останавливается при встрече с неоднородностью [1].

Ленг Ф.Ф. разработал модель, в которой предполагается, что увеличенная длина фронта трещины может давать существенный вклад в энергию разрушения хрупкого композитного материала с дисперсными частицами [2].

В работе Броутмана Л.Ж., отмечены максимумы изменения энергии разрушения двух других полимерных систем, а именно эпоксидная смола – стекло и полиэфирная смола – стекло. Автор показал, что энергия разрушения зависит от степени связи по границе раздела стеклянных шариков и полимерной матрицы [3].

В одной из работ по полимерам с введенными для повышения вязкости частицами эластомера предполагалось, что частицы эластомера просто уменьшают скорость роста трещины. Это заключение было основано на наблюдениях Мерца [1].

Интересно также отметить, что дисперсия частиц наименьшего размера не влияет на размер трещины. В следующих разделах будет показано, как это согласуется с концепцией, предложенной Девиджем и Грином [4].

В работе Хесельмана и Фулрата предполагается, что расстояния между частицами ограничивают размер трещины в композите. Данные по размерам трещин, приведенные на рис. 1 и другие вычисленные данные не дают каких-либо доказательств, подтверждающих такие предположения.

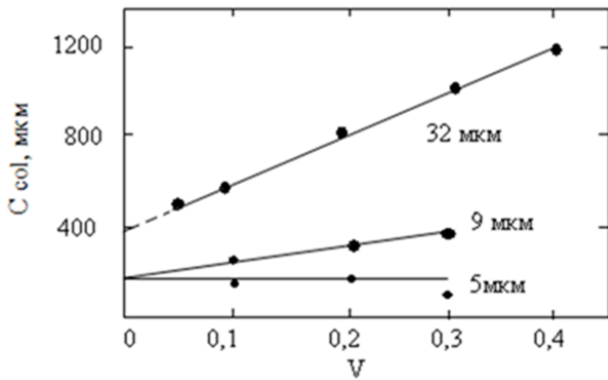


Рис. 1 – Влияние размера частиц и объемного содержания V на рассчитанный размер трещины $C_{со1}$ в композитной системе $Si_3N_4 - SiC$

от размера частицы будут сложными.

Следует обратить внимание на то, что приложенные напряжения, при которых впервые появляются трещины, не обязательно должны совпадать с разрушающими. После того как связанная с частицей концентрация энергии деформации снимается при растрескивании, размер вновь образованной трещины должен стать достаточно большим, чтобы удовлетворить условию разрушения Гриффитса. Таким образом, возможно, что в композите до достижения критического приложенного напряжения, вызывающего разрушение, может образоваться большое количество трещин. Для исследований этих процессов может быть полезен метод акустической эмиссии.

Геометрия трещин и их расположение зависят от распределения напряжений и энергии разрушения каждой фазы. Путь разрушения, наблюдаемый при обследовании поверхностей разрушения с применением оптической и электронной микроскопии, обычно определяет природу трещины и распределение напряжений перед разрушением [6].

Остаточные термические напряжения будут вызывать трещины, путь которых будет таким, как показано на рис. 2. При $\alpha_p > \alpha_m$ вокруг частицы будут образовываться либо полусферические трещины, если $\gamma_p > \gamma_m$, либо трещины, проходящие сквозь частицу, если $\gamma_m > \gamma_p$. Трещины могут также образоваться на поверхности раздела между частицей и матрицей, когда энергия разрушения поверхности раздела меньше энергии разрушения и частицы, и матрицы. Это происходит при плохих связях по границам раздела. При $\alpha_m > \alpha_p$ независимо от энергии разрушения двух фаз развиваются радиальные трещины. Как отмечено в работе [8], где наблюдалось большинство типов трещин, показанных на рис. 2 наиболее вредны радиальные трещины, так как они могут легко соединяться и образовывать сетку трещин между частицами.

Пути разрушения для каждого из этих случаев показаны пунктирными линиями. Путь разрушения проходит сквозь частицы, если только не выполняются одновременно условия $\alpha_p > \alpha_m$ и $\gamma_p > \gamma_m$. Такие пути разрушения были отмечены в [8]. В работах [7, 8] показано, что, когда существуют слабые связи по границам раздела, путь разрушения пересекает поверхность раздела между частицей и матрицей независимо от того, будет ли $\alpha_m > \alpha_p$ или $\alpha_p > \alpha_m$.

Вычисленные размеры трещин значительно больше расстояния между частицами и, по-видимому, не имеют к нему непосредственного отношения [5].

3. Основной материал

Концентрации напряжений вследствие различия термоупругих свойств присущи большинству композитных материалов. Решения в явном виде, определяющие приложенные напряжения, при которых впервые появляются трещины, в зависимости

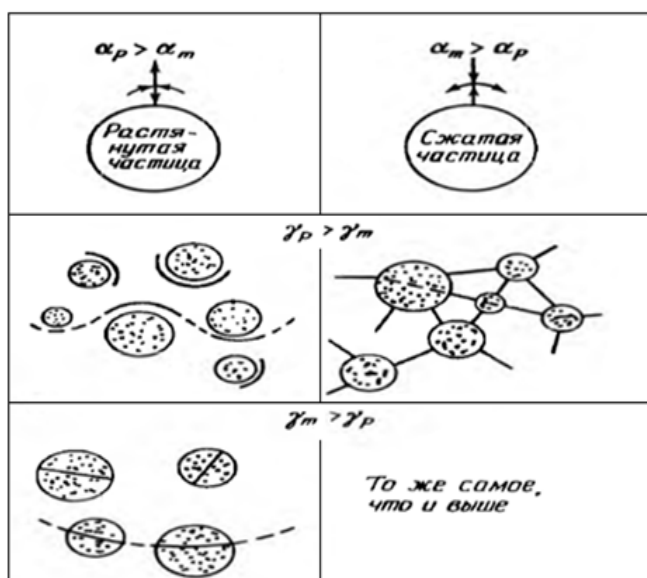


Рис. 2 – Природа остаточных термических напряжений, расположение трещины и путь разрушения (пунктирные линии) в композитах с дисперсными частицами:

α – коэффициент термического расширения;

γ – энергия разрушения;

m и p – соответственно индексы матричной и дисперсной фаз

В работе [8] показано также, что трещина проходит сквозь частицу, как это и предполагалось, в случае $a_p > a_m$ и $\gamma_m > \gamma_p$, когда в испытанных композитах полимер-стекло существовала хорошая связь по границам раздела.

Выводы

Таким образом, знание области разрушения композитов, определяемого топографическим обследованием поверхности разрушения, показывает степень прочности связей по поверхности раздела и характер распределения напряжений, связанных с частицами.

Список использованных источников:

1. Композиционные материалы. Т. 5: Разрушение и усталость / под ред. Л. Браутман, Р. Крок ; пер. с англ. под ред. Г. П. Черепанова. – М. : Мир, 1978. – 488 с.
2. Lange F. F. The Interaction of Crack Front with Second-Phase Dispersion / F. F. Lange // Philos. Mag. – 1970. – Vol. 22. – P. 983-992.
3. Broutman L. J. The Effect of Interfacial Bonding on the Toughness of Glass Filled Polymers / L. J. Broutman, S. Sahu // Mater. Sci. Eng.– 1971. – Vol. 8. – P. 98–107.
4. Davidge R. W. The Strength of Ceramics / R. W. Davidge, A. D. Evance // Mater. Sci. Eng. – 1970. – Vol. 6. – P. 281–298.
5. Hasselman D. P. H. Proposed Fracture Theory of Dispersion-Strengthened Glass Matrix / D.P.H. Hasselman, R.M. Fulrath // J. Amer. Ceram. Soc. – 1966. – Vol. 49. – P. 68-72.
6. Батаев А. А. Композиционные материалы / А. А. Батаев, В. А. Батаев. – М. : Логос, 2006. – 400 с.
7. Binns D. B. Science of Ceramics / D. B. Binns ; ed. G. H. Stewart. – New York : Academic Press, 1962. – Vol. 1. – P. 315–335.
8. Kenyon A. S. Role of the Interface in Glass-epoxy Composites / A. S. Kenyon // Journal of Colloid Interface Science. – 1968. – Vol. 27, N 4. – P. 761–771.

Стаття надійшла до редакції 10 квітня 2014 р.

УДК 678.011

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ВИРОБІВ ІЗ
ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ (ПКМ)**

©Самчук В. В.

Українська інженерно-педагогічна академія

У статті сформована сучасна концепція високоефективної механічної обробки виробів виготовлених із ПКМ, яка базується на загальних досягненнях лезової обробки.

Ключові слова: ефективність механічної обробки, полімерний композитний матеріал (ПКМ).

Самчук В. В. «Повышение эффективности механической обработки изделий из полимерных композитных материалов (ПКМ)».

В статье сформирована современная концепция высокоэффективной механической обработки изделий изготовленных из ПКМ, которая базируется на общих достижениях лезвийной обработки.

Ключевые слова: эффективность механической обработки, полимерный композитный материал (ПКМ).

Samchuk V. “Improving the effectiveness of mechanical processing of products from polymeric composite materials (PCM)”.

The article formed the modern concept of a highly efficient machining of products made of composite materials, which is based on the common achievements of the blade processing.

Key words: machining efficiency, the polymer composite material (PCM).

Вступ

Сучасний розвиток техніки не можливий без застосування матеріалів з високими фізико-механічними та експлуатаційними властивостями. Важливе місце серед цих матеріалів посідають ПКМ, які застосовують як елементи різних конструкцій і виробів в галузях народного господарства у сфері матеріального виробництва. ПКМ дають можливість забезпечення мінімальної маси конструкцій, високої міцності, жорсткості, надійності і довговічності при роботі в тяжких умовах навантаження, у тому числі при високих температурах і в агресивному навколишньому середовищі. Так вироби із ПКМ складають у середньому по загальній масі космічних апаратів до 20 %, пасажирських і транспортних літаків до 25 %, бойових літаків до 30 %, бойових вертольотів до 55 %, стратегічних твердопаливних ракет до 80 % тощо [1]. Однак більш широке впровадження виробів із ПКМ частково стримується саме через проблеми забезпечення високої ефективності їх лезової механічної обробки (МО).

1. Постановка проблеми

До механічного різання ПКМ, як до технологічного способу обробки, пред'являються ряд вимог по досягненню високої ефективності, а саме висока якість оброблюваної поверхні, висока продуктивність різання, економічність технології, серед яких найбільш важливих і

досліджуваних показників є якість оброблюваної поверхні, це тому, що дефекти поверхні значно знижують експлуатаційні показники (механічна міцність, твердість, діелектричні властивості, підвищують вологовбирання тощо) виробів. Однак існують окремі випадки, коли украй важливо поліпшити відразу кілька показників ефективності.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

У багатьох вітчизняних та закордонних публікаціях, а насамперед у наукових роботах [2, 3] сформовані високоефективні процеси механічної обробки ПКМ при використанні стандартного ріжучого інструмента. Розкрита оптимальна геометрія та форма ріжучої частини та раціональні режими різання по отриманню певної якості та продуктивності обробки.

3. Постановка задачі

В даний час накопичений значний досвід у питаннях підвищення ефективності процесу обробки ПКМ с точки зору різних поглядів і початкових припущень. При цьому розроблений цілий ряд способів підвищення ефективності процесу різання, кожний з яких у тому чи іншому ступені довів свою життєздатність. Однак більшість з розроблених способів дозволяє поліпшити якийсь один з показників ефективності, не впливаючи на інші. На цій основі мета роботи є створення сучасної концепції високоефективної МО виробів виготовлених із ПКМ через аналіз сучасних досягнень в галузі механічного різання ПКМ.

4. Основний матеріал

Складність підвищення якості обробленої поверхні відзначається багатьма дослідниками. Це тому, що показник якості поверхні характеризується, як геометричними параметри (точність розмірів, форми його елементів та їх взаємне розташування, шорсткість поверхні, спучування кромки, розшарування, ворсистість, відколи, усадка поверхні тощо) так і фізико-хімічним станом поверхневого шару поверхні (термомеханічна деструкція поверхневого шару, залишкові поверхневі напруження) (рис. 1).

Одним з ярко виражених дефектів МО є ворсистість, що з одного боку це обумовлено тим, що волокнистий наповнювач найчастіше не зрізується, а розривається, розкуйовджується, витягаються з матриці, утворюючи додаткові дефекти обробленої поверхні і поверхневого шару, збільшуючи шорсткість обробленої поверхні. З іншого боку однією з причин виникнення шорсткості і частково ворсистості служить регулярний періодичний рух ріжучого елемента (РЕ), що генерують такі ж регулярні нерівності на обробленій поверхні. Тому найчастіше при обробці поверхні лезовим інструментом форму профілю нерівності (шорсткість) визначають формою вершини РЕ і кінематикою процесу різання (рис. 1, а). Було встановлено, що визначальною умовою ефективного зрізання волокнистого наповнювача є орієнтація волокна до вектора швидкості різання та малий радіус округлення ріжучої кромки та геометрія РЕ [4].

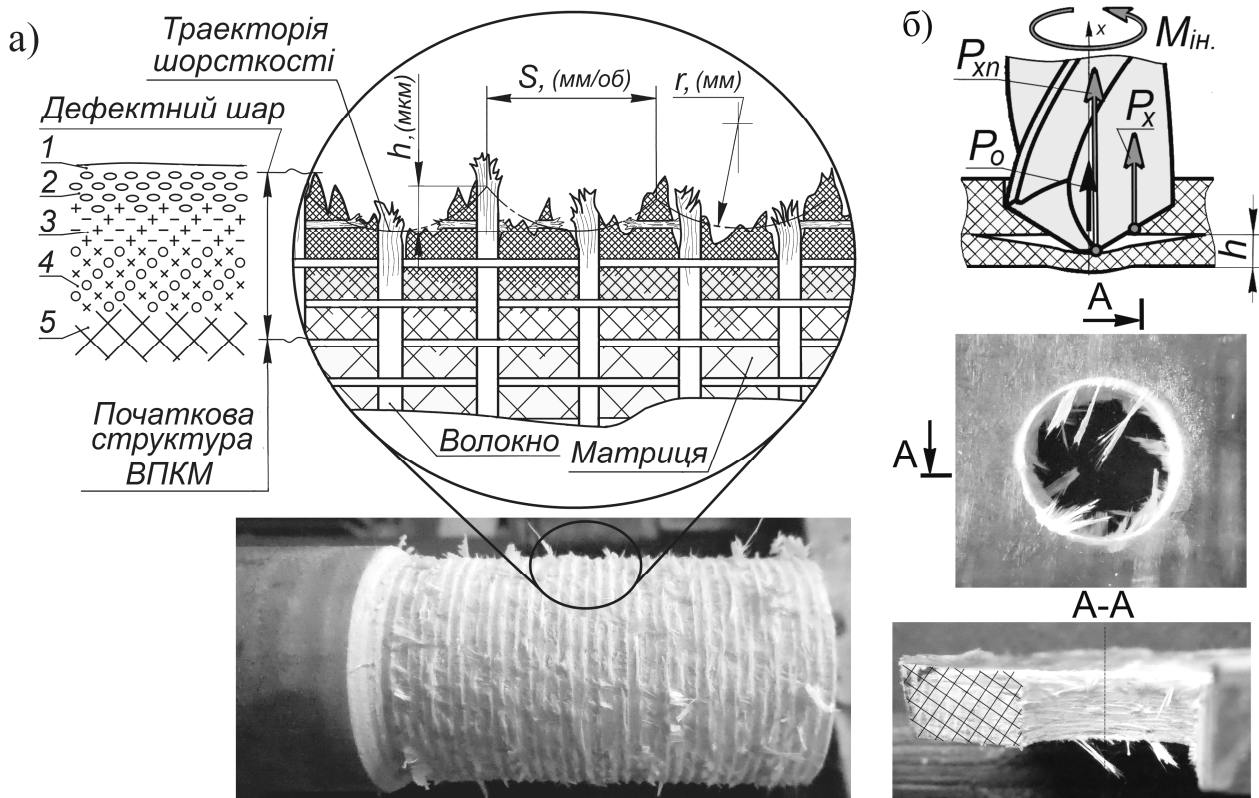


Рис. 1 – Якість обробленої поверхні: а) циліндричний виріб із ВПКМ зі схематичним зображення профілю і структури поверхневого шару після МО; б) пошкодження кромки отвору

На похибку точності розмірів виробів ПКМ, форми його елементів та їх взаємне розташування поверхонь під час їх МО головним чином впливає пружні переміщення елементів технологічної системи (ТС).

За умови, якщо навіть виключити пружні переміщення виробу в процесі МО, то високі пружні властивості багатьох ПКМ неодмінно негативно себе проявлять у зоні різання. Так у зоні різання має місце таке явище, як пружне відновлення обробленої поверхні, що також багато в чому визначають геометричну точність обробленої поверхні, що доводиться враховувати при проектуванні технології обробки виробу із ПКМ.

Також під впливом великих локальних напружень у зоні різання і високої температури, що перевищує теплостійкість ПКМ, відбувається масовий розрив хімічних зв'язків у молекулярних ланцюгів полімеру. У результаті чого утвориться в'язкотекучий (у мікрообсягах) полімер. Так проведені дослідження дозволили встановити, що глибина деформованого шару після МО в середньому коливається від 35 до 420 мкм і поділяються на шари: 1 – адсорбована плівка до 1 мкм; 2 – модифікований шар від 0,05 до 10 мкм; 3 – ущільнений шар від 5 до 10 мкм; 4 – роздроблений і розпушений шар від 10 до 300 мкм; 5 – перехідний шар від 20 до 100 мкм (рис. 1, а) [4].

На розшарування кромки навколо отвору при свердлінні ПКМ істотно впливає перемичка свердла, яка не ріже матеріал, а видавлює (зминає) його, та розподіл сил у зоні різання, на нам перед осьова сила P_o , яка є сумою сил подачі, що діють на головній різальній кромці P_x і перемичці P_{xn} . Неважко припустити, що розшарування буде вимагати

невеликого осьового зусилля, особливо коли значення товщини не зрізаного шару h залишиться незначним (рис. 1, б). С цієї ж причини виникає і розшарування (руйнування) кромки торця при обробці циліндричного виро́ду.

Дослідження з рівня якості МО ПКМ дозволили встановити, що радіус округлення ріжучої кромки з урахуванням зносу і якості обробки прикромочних ділянок, кут між напрямком армування і напрямком різання, фізико-механічні і теплофізичні властивості оброблюваних матеріалів, адгезійна міцності системи «волокно-матриця» мають найбільший вплив при обробці лезвійним інструментом.

На основі якості обробки найбільш технологічно складною задачею є підвищення продуктивності обробки (скорочення основного технологічного часу) і на сам перед це стосується лезової МО виробів із ПКМ.

Продуктивність операції визначається кількістю деталей, оброблених за одиницю часу на одному верстаті або штучним часом на обробку. Відповідно до структури штучного часу, продуктивність залежить від основного часу, необхідного для зняття припуску із заготовки, допоміжного часу, тощо [5].

Для розрахунку основного (технологічного) часу, використовують формулу, яка справедлива для всіх видів обробки:

$$T_o = \frac{l \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв}, \quad (1)$$

де l – розрахункова довжина обробки по напрямку подачі, мм;

i – число проходів;

n – число обертів шпинделі або інструмента, об/хв (число подвійних ходів, под.хід./хв);

S – подача на одне обертання шпинделі, мм/об (на один подвійний хід, мм/под.хід.) [6].

З формули (1) очевидно, що для інтенсифікація процесу різання ПКМ, як один з елементів збільшення продуктивності праці розв'язується кількома шляхами: збільшення режимів різання (підвищення швидкості різання, збільшення перетину зрізуючого шару) і зменшення довжини обробки.

Один зі шлях підвищення продуктивності різання, який себе добре зарекомендував, це високошвидкісна обробка ПКМ. Однак при такій обробці має місце швидкісний ефект, який полягає у зміні опору матеріалу пластичному деформуванню, різанню та тертю. Тобто зі збільшенням швидкості різання, веде до зміни сили різання, що діє на ріжучу кромку, в такому разі обробка конструкцій виробів малої жорсткості ускладнюється, а в деяких випадках неможлива взагалі при схильності матеріалу до термоокисної деструкції.

Для підвищення температурної стійкості оброблюваної поверхні і одночасно жорсткості конструкції виробу у процесі МО використовують спосіб різання з заморожуванням, що є частковим випадком методу обробки з технологічним заповнювачем. Так виріб просочують у вакуумній камері водою, заморожується в кріостаті, заповненим рідким азотом, після чого в замороженому стані піддається всім необхідним операціям обробки різанням. По закінченню обробки промивають виріб теплою водою, що забезпечує

розморожування і видалення залишків стружки і пилу. Процес завершується сушінням у вакуумній сушильній печі, після чого виріб проходить усі наступні технологічні операції [7].

Дослідження показали, що в області високих швидкостей різання 25-100 м/с при температурах, значно (до 2-4,5 разів) перевищуючих критичні температури термодеструкції ПКМ, існує широкий діапазон умов обробки, при якому забезпечується висока якість поверхневого шару. Це пояснюється малим, при високошвидкісній обробці, недостатнім для протікання термоокисних процесів, часом дії контактної температури на заготовку. Результати досліджень дозволяють рекомендувати метод високошвидкісної обробки як ефективний засіб, що підвищує інтенсивність процесу обробки різанням ПКМ у 50-100 разів.

Підвищення продуктивності обробки різанням ПКМ на основі збільшення перетину зрізуваного шару, було реалізовано шляхом розробки способу широких зрізів (рис. 2. а) [7]. Сутність способу полягає у використанні для видалення припуску з заготовки інструмента з довжиною ріжучої кромки 100-300 (мм) і більш, що працює на операції точіння з поперечною подачею по тангенціальній або радіальній схемі фасонної обробки. Цей спосіб дозволяє обробляти протяжні частини поверхні, в окремих випадках одночасно всі підлягаючі формоутворенню поверхні, включаючи зовнішні, внутрішні і торцеві, що складаються з ділянок різної конфігурації і точності. Це дає можливість значно, у 100-200 і більш раз інтенсифікувати процес видалення припуску на обробку, до 10-20 разів і більш збільшити продуктивність різання і одночасно спосіб забезпечує високу якість оброблених поверхонь, тому як при контурному точінні поверхневий шар формується короткою ділянкою допоміжної ріжучої кромки, то при точінні широколезовою обробки весь профіль виробу одержують головною ріжучою кромкою, чим досягається низька шорсткість поверхні.

Багаторазове зменшення довжини шляху різання при виготовленні кожної деталі (до 100 і більш раз) радикально, приблизно у відповідне число раз підвищує період стійкості РЕ, дозволяє одержувати великі партії деталей, що мало відрізняються по конфігурації і точності виготовлення. Конструкція інструмента забезпечує скорочення витрати інструментального матеріалу. Таким чином, спосіб широких зрізів, призначений для підвищення продуктивності праці, забезпечує високі характеристики по ряду й інших найважливіших результуючих показників обробки. Ефект можна багаторазово помножити спільним застосуванням способу широких зрізів і високошвидкісного різання. Однак цей метод має і свої недоліки, які проявляються при обробці не жорстких конструкцій у вигляді порушень геометричних параметрів поверхонь.

При багатолезовому точінні різці розташовують по двом схемам, а саме у площині, перпендикулярній до осі центрів верстата (рис. 2, б), і площині, паралельно цієї вісі (рис. 2, в) [8].

Установка двох ріжучих елементів, повернених один відносно іншого на 180° (рис. 2, б), як показує практика, що на деяких режимах різання дозволяє підвищити граничну сумарну глибину різання на 20-30 % і отримати доволі добру якість обробки, але при установці третього і четвертого різців стійкість системи не підвищується, вібрації виникають на кожному з ріжучих елементів при будь-якому їх відносному положенні. Це обумовлюється зміною умов роботи пружної системи, при якій сили різання на кожному з ріжучих елементів діє одночасно в різних напрямках, що й спричиняє нестабільність процесу різання у результаті чого

виникають періодичні зміни товщини зрізу і відповідно цьому – нестабільну силу різання, що призводить до в же вказаних характеристик неякісної обробки [8].

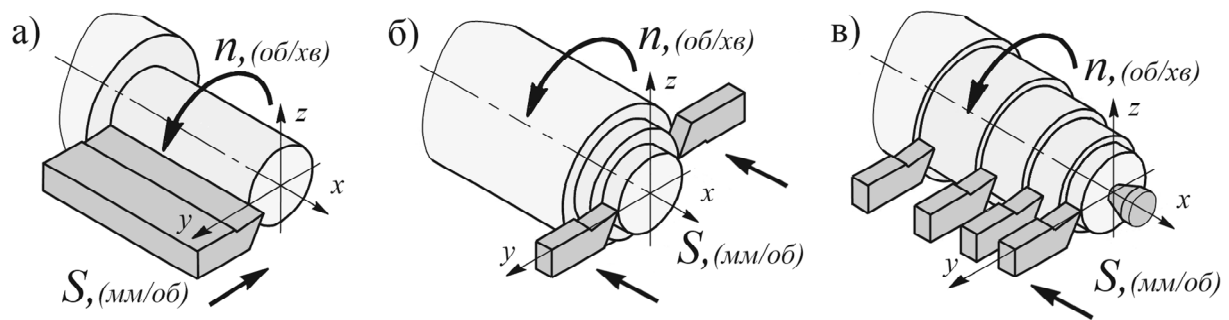


Рис. 2 – Механічна обробка: а) спосіб широких зрізів; б) багатолезова обробка, де ріжучі елементи розташовані перпендикулярно до вісі центрів виробу; в) багатолезова обробка, де ріжучі елементи розташовані паралельно вісі виробу

З метою уникнення цих явищ було застосовано ротаційну обробку [9], але дослідження динаміки процесу різання на прикладі ротаційного розточування та кругового фрезерування великогабаритних зовнішніх циліндричних поверхонь показали, що сумарна сила різання для більшої частини її режимів вище сили різання звичайними різцями при класичному способі обробки таких виробів [2, 9], але при цьому дозволяє підвищити значення відносної продуктивності більш ніж у 10 разів.

З вищезазначеного, можна сказати, що різні технології МО ПКМ можуть бути однаковими по отриманню якості продукції та продуктивності, але бути дуже різними по витратах праці, матеріалів, енергії тощо. Тому виникає необхідність не тільки порівняльної вартісної оцінки технічно рівноцінних процесів, але і розгорнутого техніко-економічного аналізу умов і проведення й одержуваних результатів.

У роботі [10] автор визначає, що різні види МО, які рівні по отриманню технічних результатів, мають один основний відмінний економічний показник, який полягає у витраті електроенергії, питомої електродвигуном устаткування. На цій підставі автор встановлює оптимальні умови реалізації процесу різання. Так було встановлено, що величина енерговитрат визначає вид та фізико-механічні властивості матеріалу заготовки, який є не регульованим фактором в технологічному процесі. Однак на величину роботи різання впливають значна кількість елементів (стан та площа поверхневого оброблюваного шару, геометричні параметри РЕ, режими різання, характеристики МОТЗ тощо), які зводять лише до одного критерію – зменшення сили різання, яка виникає при утворенні стружки. І у роботі [11] також відзначається, що витрати на ріжучий інструмент також відіграють не останнє місце у економічних показниках і для зниження вартості операції призначають режими різання, які відповідають максимальному економічному періоду стійкості РЕ.

Також можна відзначити, що один з витратних пунктів при не великих партіях виготовлення виробів застосування додаткових спеціальних пристосувань, допоміжних речовин тощо.

Отже, найважливіші кількісні показники ефективності МО ПКМ досягаються протягом усього робочого процесу, здійснюваного за допомогою ТС, що включає в себе засоби технологічного оснащення та заготовку між якими плине динамічна і кінематична взаємодія. З

моменту початку МО, ТС діє як багатофакторна автоматична система, яка знаходиться під впливом різних факторів. При цьому реакція ТС призводить до порушення заданого режиму роботи процесу, і як наслідок, до відхилення показників ефективності. На рис. 3. Зображена загальна схема передумов підвищення ефективності лезової МО виробів із ПКМ.

До елементарних складових по відхиленню ефективності МО виробів із ПКМ, впливає сукупність будь-яких з вхідних параметрів цієї системи та збурювальних впливів, які порушують початкові умови обробки можна виразити в найбільш загальному вигляді наступною залежністю:

$$\Delta_{\Sigma} = f(K, \varepsilon, \Delta Y, \Delta_n, \Delta_i, \Delta_m, \Delta_{\varepsilon i}, \Delta t, \Delta S, \Delta_{\varepsilon n}, \Delta_{\varepsilon m}, \Delta_k, \Sigma \Delta \Phi, \Delta A_{\text{кол}}, \Delta P_{\text{стр}}), \quad (2)$$

де K – кінематична схема різання;

ε – погрішності установки виробу;

ΔY – пружні деформації елементів ТС;

Δ_n – погрішність налагодження на розмір;

Δ_i – знос РЕ;

Δ_m – фізико-механічні властивості ПКМ;

$\Delta_{\varepsilon i}$ – відхилення від не раціонально призначених геометричних параметрів РЕ;

Δt – відхилення, від теплових деформацій елементів ТС;

ΔS – відхилення, від призначених не раціонального режиму різання;

$\Delta_{\varepsilon n}$ – геометричні неточності устаткування;

$\Delta_{\varepsilon m}$ – відхилення, викликані залишковими внутрішніми напруженнями у ПКМ;

Δ_k – погрішність поточного й остаточного контролю (вимірів);

$\Sigma \Delta \Phi$ – сумарна погрішність форми;

$\Delta A_{\text{кол}}$ – погрішності, обумовлені амплітудою коливань елементів у ТС;

$\Delta P_{\text{стр}}$ – погрішність, викликана порушеннями нормального плину процесу різання.

Дві останні складові $\Delta A_{\text{кол}}$ і $\Delta P_{\text{стр}}$ визначають не тільки величину похибки, але і взагалі можливість реалізації процесу різання з запроєктованими технологічними параметрами. А для підвищення загальної ефективності МО досить цілеспрямовано змінювати будь-який один із цих параметрів системи, вплив якого на ефективність у конкретній ситуації виявляється переважаючим.

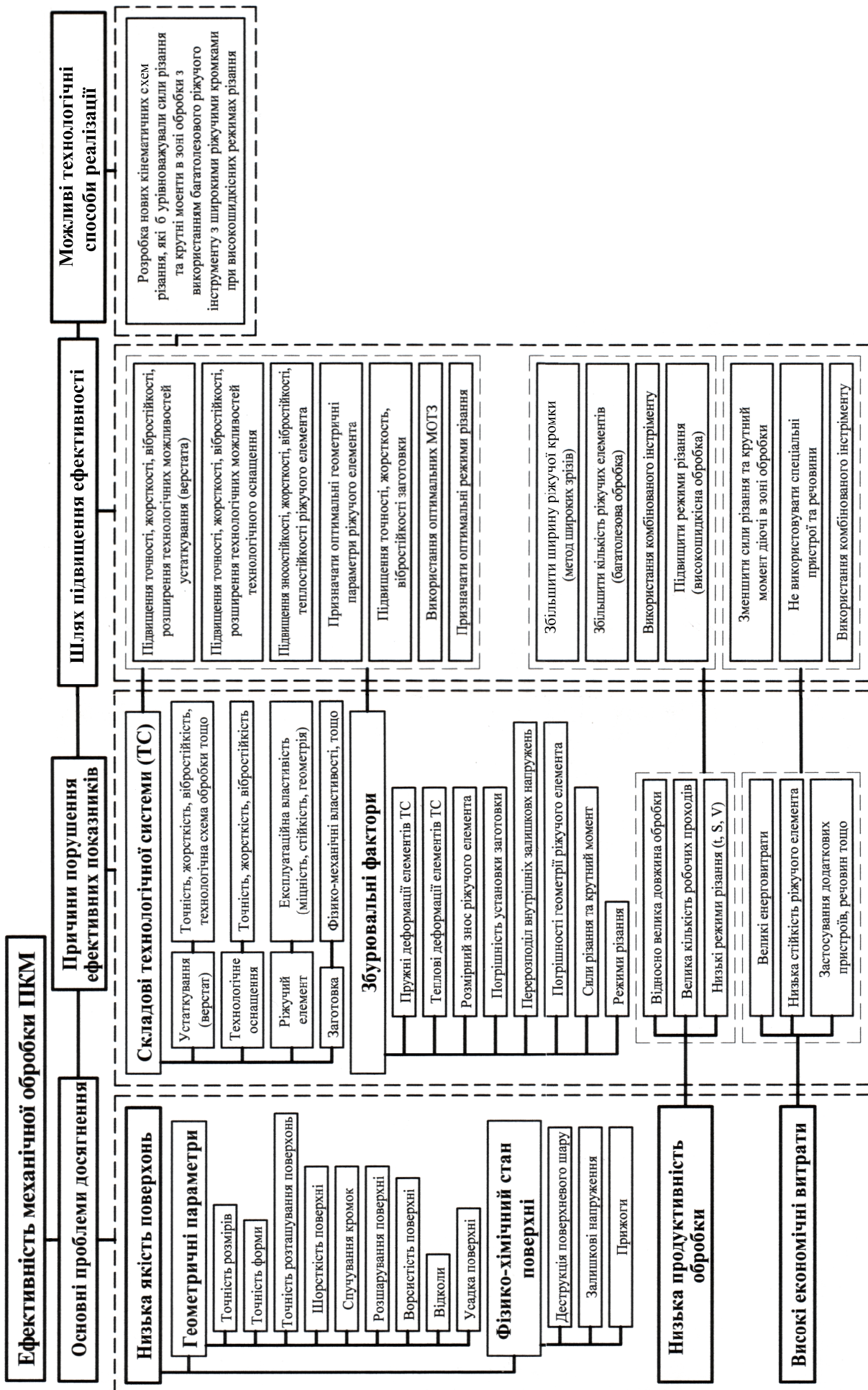


Рис. 3 – Схема передумов підвищення ефективності лезової механічної обробки виробів із ПКМ

Висновки

Отже, розглянуті у статті показники ефективності різання виробів виготовлених із ПКМ та аналіз причини їх порушення з можливими шляхами їх покращення в процесі різання, була сформульована сучасна концепція високоефективної механічної обробки.

Список використаних джерел:

1. Джур Е. О. Полімерні композитні матеріали в ракетно-космічній техніці / Е. О. Джур, Л. Д. Кучма [та ін.]. – К. : Вища освіта, 2003. – 399 с.
2. Тарасюк А. П. Расширение функциональных возможностей волокнистых полимерных композитов за счет разработки эффективных процессов механической обработки : дис. ... д-ра техн. наук / А. П. Тарасюк. – Харьков, 2013. – 485 с.
3. Вerezub N. V. Научные основы высокоэффективных процессов механической обработки полимерных композитов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Н. В. Вerezub. – Харьков, 1995. – 43 с.
4. Мозговой Н. И. Проектирование операций изготовления отверстий в деталях из стеклопластика / Н. И. Мозговой, Я. Г. Мозговая // Обработка металлов. – 2012. – № 1. – С. 45–50.
5. Робочі процеси високих технологій у машинобудування : підруч. для студентів вищ. навч. закл. / А. І. Грабченко, М. В. Вerezub, Ю. М. Внуков [та ін.]. – Житомир: ЖДТУ, 2003. – 451 с.
6. Косов Н. П. Способы повышения производительности станочных операций / Н. П. Косов. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 1964. – 185 с.
7. Ярославцев В. М. Наука и образование: высокоэффективные технологии обработки изделий из полимерных материалов [Электрон. ресурс] / В. М. Ярославцев. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/361759.html>, свободный – Загл. с экрана (дата обращения: 08.08.2013).
8. Пуховский Е. С. Безвибрационное многолезвийное резание / Е. С. Пуховский, Г. Э. Таврит, М. И. Лещенко. – К. : Техніка, 1982. – 114 с.
9. Ящерицын П. И. Ротационное резание материалов / П. И. Ящерицын, А. В. Борисенко [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1987. – 229 с.
10. Карпов, А. В. Снижение энергетических затрат при обработке заготовок деталей машин лезвийными инструментами : дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / А. В. Карпов. – М., 2005. – 221 с.
11. Карпов А. В. К вопросу снижения энергозатрат при обработке заготовок лезвийными инструментами / А. В. Карпов, Н. Л. Соколик, А. И. Соколик // Новые материалы и технологии в машиностроении: сб. науч. тр. – Брянск : БГИТА, 2003. – Вып. 2.

Стаття надійшла до редакції 25 лютого 2014 р.

УДК 621.9.01

**ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ НАЛАДКИ ПРИ ОБРОБЦІ
КООРДИНОВАНИХ ОТВОРІВ МАЛОГО ДІАМЕТРУ**

©Бурдейна В. М.

Українська інженерно-педагогічна академія

Стаття присвячена проблемі оцінювання точності розташування отворів щодо бази і величиною позиційного відхилення осей отвори діаметром від 1 до 5 мм. Отримано ступеневі залежності для розрахунку очікуваної точності координованих розмірів при обробці отворів з напрямком ріжучого інструменту.

Ключові слова: *наладка, ріжучий інструмент, координовані отвори, поля розсіювання.*

Бурдейная В. М. «Оптимизация элементов наладки при обработке координированных отверстий малого диаметра».

Статья посвящена проблеме оценивания точности расположения отверстий относительно базы и величине позиционного отклонения осей отверстия диаметром от 1 до 5 мм. Получены степенные зависимости для расчета ожидаемой точности координированных размеров при обработке отверстий с направлением режущего инструмента.

Ключевые слова: *наладка, режущий инструмент, координированные отверстия, поля рассеивания.*

Burdeinaya V. "Optimization of the elements adjustment installation coordinated holes of small diameter".

The article deals with the evaluation of accuracy the location of the holes on the base and the size of the positional deviation make holes with a diameter of 1 to 5 mm. Degree of dependence for the accuracy of the estimated size of the processing coordinated holes with the direction of the cutting tool.

Key words: *adjusting, cutting tools, coordinated holes, stray field.*

1. Вступ

Завдання більш повного використання металорізального обладнання, і в першу чергу багатоопераційних і агрегатних верстатів, передбачає не тільки посилення вимог до окремих елементів верстатів, але і застосування таких способів обробки, які б при гарантованому забезпеченні заданої точності були б економічно вигідні.

При обробці отворів мірним інструментом на агрегатних верстатах є тенденція до максимального скорочення наладок, що містять направляючі кондукторні плити при забезпеченні необхідної точності за рахунок безкондукторної обробки [1]. Крім того, практика показала, що в процесі розробки якої конструкції необхідно в обов'язковому порядку проводити розмірний аналіз всіх конструкторських рішень. У агрегатобудуванні це перш за все відноситься до розрахунку вихідних параметрів координованих розмірів отворів.

2. Постановка проблеми дослідження

Основна доля деталей, що обробляється на багатоопераційних станках та автоматичних лініях, приходить на обробку отворів мірним інструментом. Дослідження в цьому напрямку проводились, але були присвячені точності діаметральних розмірів, а номінальні діаметри цих отворів перевищували 25 мм. Для визначення точності обробки координованих отворів на агрегатних верстатах середнього та малого габариту використовується різновид розрахунково-аналітичного методу, що дозволяє враховувати досяжну точність виготовлення деталей оснастки цих верстатів у виробничих умовах.

Тому постала необхідність провести комплекс досліджень по оцінюванню розташування отворів відносно бази та величини позиційного відхилення діаметрів малих отворів.

3. Обробка координованих отворів малих діаметрів

В експериментальних дослідженнях з використанням методики планування експерименту необхідно перевірити вплив геометричних, жорсткісних факторів на точність механічної обробки. За вихідний параметр прийнято поле розсіювання координованих розмірів, яке складається з поля розсіювання розміру від базової поверхні або осі (ω_B) і позиційного відхилення осей оброблюваних отворів (ω_O). У загальному вигляді точність на агрегатних верстатах при обробці отворів надамо у вигляді функціональної залежності:

$$\omega_{B;P;O;I} = f(l_u, d_u, HB) \quad (1)$$

де l_u – виліт інструменту (свердла, центрування, керн) за торець шпинделя, мм;

d_u , – діаметр інструменту, мм;

HB – твердість оброблюваного матеріалу, що визначає його фізико-механічні властивості, МПа.

В експериментах використовувалися заготовки зі сталі 45 (HB – 2000-2200 МПа), сірого чавуну СЧ15 (HB – 1000–1200 МПа), алюмінієвих сплавів типу АК5, АЛ9, АМГ (HB – 500–600 МПа).

Для планування експериментальних досліджень була використана функціональна залежність (1), яка представлена статистичною моделлю точності обробки.

Для знаходження лінійної моделі використовувалися плани I-го порядку. Найбільш поширеним планом цієї групи є повний факторний експеримент (ПФЕ), в якому кожен рівень одного фактора комбінується з усіма рівнями інших факторів. Отже, число рівнянь варіювання прийнято мінімально можливим ($r = 2$), тобто плани типу 2^k , де k – число досліджуваних факторів.

При дослідженні матриці планування ПФЕ обрані кодовані значення кожного фактора, що дозволяє здійснити лінійне перетворення координат факторного простору і вибрати масштаби по нових осях в одиницях інтервалів варіювання досліджуваних факторів.

При дослідженні піддалися наступні фактори: кут керніння (α) і твердість оброблюваного матеріалу (HB). Досліджувався вплив зусилля керніння (P), кут керніння (α) і твердість матеріалу (HB) на діаметр ($d_{отп}$) відбитку и його глибину ($l_{отп}$).

Дослідження показали, що зусилля удару P надають менш істотний вплив як на величину $d_{отп}$, так і на величину $l_{отп}$ і становить відповідно від 22 до 14 %. Кут керн прямо

пропорційно збільшує $d_{\text{отп}}$ і його питома вага не перевищує 32 %, а вплив кута α на глибину обернено пропорційно і дуже суттєво – до 58 %. Твердість матеріалу більш істотно впливає на $d_{\text{отп}}$ (46 %), ніж на його глибину (28 %). Сумарний вплив керованих факторів P і α на $d_{\text{отп}}$ становить до 56 %, а на – 72 %.

Дані результати вказують на те, що глибина збільшується більш швидко із збільшенням зусилля кернення (P) і зменшенням кута керна (α). Мінімальні кути, рекомендовані для м'яких матеріалів: для алюмінієвих сплавів і сірого чавуну $\alpha_{\text{min}} = 60$, а для сталі $\alpha_{\text{min}} = 70-75$. Однак технологічно більш важливо забезпечувати діаметр відбитка для подальшого переходу при свердлінні отворів

4. Системи з направленням ріжучого інструменту при обробці отворів малого діаметру

Функціональна залежність зміни полів розсіювання розмірів від бази і позиційні відхилення осей отворів при проведенні експериментального дослідження можуть бути представлені у вигляді:

$$\omega_{\text{в;о}} = f(d_{\text{И}}, HB, l_{\text{вт}}, l_x), \quad (2)$$

де $\omega_{\text{в;о}}$ – поле розсіювання розміру від бази або позиційного відхилення, мкм;

$d_{\text{И}}$ – діаметр інструмента;

$l_{\text{вт}}$ – довжина направляючої частини кондукторної втулки, мм;

l_x – вильот інструменту за торець кондукторної втулки, мм.

Планування та проведення повного факторного експерименту типу 2^4 дозволяє отримати математичну модель точності обробки координованих отворів (4).

Кожна точка плану експерименту являє собою один досвід і визначається практичним полем розсіювання $\omega_{\text{в}}$ або $\omega_{\text{о}}$. Гіпотеза про однорідність дисперсій полів розсіювання в кожній точці плану експерименту перевірялася за критерієм Кохрена і показала їх однорідність [2, 3].

За результатами експериментів оцінювалися коефіцієнти рівняння регресії і знаходилися шукані математичні моделі полів розсіювання розмірів і відхилень. Межі зміни варійованих факторів при свердлінні координованих отворів зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – Область зміни незалежних факторів при свердлінні отворів силовою голівкою з насадкою при напрямку різального інструменту

Рівень варіювання	Незалежні фактор та їх логарифми							
	Довжина кондукторної втулки		Вильот інструменту		Твердість матеріалу, що оброблюється		Діаметр інструменту	
	$l_{\text{вт}}, \text{мм}$	$\lg l_{\text{вт}}$	$l_x, \text{мм}$	$\lg l_x$	HB, МПа	$\lg \text{HB}$	$d_{\text{и}}, \text{мм}$	$\lg d_{\text{и}}$
Верхній (+1)	18	1,2553	3,5	0,5441	1930	3,2856	3,0	0,4771
Нульовий (0)	12,5	1,0969	2,5	0,3979	1240	3,0934	2,0	0,301
Нижній (-1)	7	0,8451	1,5	0,1761	550	2,7404	1,0	0
Інтервал варіювання	-	0,2051	-	0,184	-	0,2726	-	0,2386

Збільшення діаметра $d_{\text{и}}$ і довжини прямої втулки l_{BT} зменшує величину полів розсіювання розмірів від бази (В) і позиційних відхилень (О), а збільшення вильоту інструменту і підвищення фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу збільшують $\omega_{\text{в}}$ і $\omega_{\text{о}}$.

$$\lg \omega_{\text{в}} = 1,9431 - 0,0018 \lg d_{\text{и}} + 0,337 \lg \text{HB} - 0,187 \lg l_{\text{BT}} + 0,196 \lg l_{\text{х}}; \quad (3)$$

$$\lg \omega_{\text{о}} = 3,066 - 0,04137 \lg d_{\text{и}} + 0,1531 \lg \text{HB} - 0,1165 \lg l_{\text{BT}} + 0,12 \lg l_{\text{х}}. \quad (4)$$

Потенціюючи рівняння (3) і (4), отримуємо залежності для розрахунку полів розсіювання при обробці з напрямком ріжучого інструменту:

$$\omega_{\text{в}} = 19,6 \frac{l_{\text{х}}^{0,2} \text{HB}^{0,34}}{d_{\text{и}}^{0,02} \cdot l_{\text{BT}}^{0,19}} \quad (5)$$

$$\omega_{\text{о}} = 19,6 \frac{l_{\text{х}}^{0,12} \text{HB}^{0,15}}{d_{\text{и}}^{0,04} \cdot l_{\text{BT}}^{0,12}} \cdot 10^3 \quad (6)$$

Рівняння (5) і (6) рекомендуються для розрахунку полів розсіювання при використанні кондукторних втулок, у яких діапазон довжин направляючої частини знаходиться в межах від 5 мм до 20 мм, вильоти інструменту за торець втулки змінюються в межах від 1 мм до 5 мм, межі зміни діаметрів – $0,5 \text{ мм} \leq d_{\text{и}} \leq 3,5 \text{ мм}$, і твердість оброблюваного матеріалу $500 \text{ МПа} \leq \text{HB} \leq 2500 \text{ МПа}$.

5. Системи з направленням ріжучого інструменту на верстатах середнього габариту

У агрегатних верстатах середнього габариту [7] конструктивно-технологічні характеристики силових головок і технологічного оснащення практично однозначні з характеристиками верстатів малого габариту моделі ХММ і ХМА. Тому, прийнявши зазор у сполученні між ріжучим інструментом і кондукторною втулкою для малих агрегатних верстатів $T_{S1_{\text{min}}} = 10 \text{ мкм}$, $T_{S1_{\text{max}}} = 40 \text{ мкм}$, $\Delta T_{S1} / 2 = 25 \text{ мкм}$, а його питомий вплив для $\omega_{\text{в}} = 24 \%$ і $\omega_{\text{о}} = 40 \%$, виконаємо розрахунки емпіричних залежностей, які враховують вплив зазначеного зазору.

Поля розсіювання при збільшенні зазору S_l і вильоту інструменту $l_{\text{х}}$ збільшуються, а застосування подовжених кондукторних втулок зменшує їх величину. Питома вага впливу факторів на точність обробки координованих отворів представлений в таблиці 2. Сумарний вплив керованих факторів істотно (l_{BT} , $l_{\text{х}}$ і T_{S1}) (див. табл. 2), і становить відповідно 57 % і 64 %, що дає значний резерв регулювання точності обробки координованих отворів для малих агрегатних верстатів.

Таблиця 2 – Питома вага впливу факторів на величину полів розсіювання $\omega_{\text{о}}$ і $\omega_{\text{в}}$ при свердлінні з напрямком ріжучого інструменту

Точностні характеристики	Питома вага факторів, %				
	керованих			некерованих	
	геометричні		точностні	Задані в кресленні	
	l_{BT}	$l_{\text{х}}$	T_{S1}	HB	$d_{\text{и}}$
Розмір від бази до вісі отвору, що обробляється	16	16	25	39	4
Позиційне відхилення вісі отвору	16	8	40	29	7

Наведемо залежності позиційних відхилень для агрегатних верстатів у логарифмічному вигляді:

$$\omega_b = 1,53409 - 0,025 \lg d_{\text{И}} + 0,357 \lg \text{HB} - 0,185 \lg l_{\text{BT}} + 0,206 \lg l_x + 0,202 \lg T_{\text{S1}} \quad (7)$$

$$\omega_o = 2,7109 - 0,0415 \lg d_{\text{И}} + 0,153 \lg \text{HB} - 0,117 \lg l_{\text{BT}} + 0,066 \lg l_x + 0,198 \lg T_{\text{S1}} \quad (8)$$

Потенціюючи виразу (7) та (8), отримаємо залежності для розрахунку полів розсіювання:

$$\omega_b = 34,2 \frac{T_{\text{S1}}^{0,202} l_x^{0,206} \text{HB}^{0,357}}{l_{\text{BT}}^{0,185} d_{\text{И}}^{0,025}} \quad (9)$$

$$\omega_o = 34,2 \frac{T_{\text{S1}}^{0,298} l_x^{0,066} \text{HB}^{0,153}}{l_{\text{BT}}^{-0,117} d_{\text{И}}^{0,041}} \quad (10)$$

Порівнюючи показники ступенів математичних моделей у формулах (5) і (6), при змінюваних факторах l_x , HB, l_{BT} і $d_{\text{И}}$ з показниками ступенів в імітаційних моделях (9) і (10) встановлюємо, що вони практично не відрізняються. Таким чином, введення додаткового фактора – зазору T_{S1} не змінило сутності процесу освіти похибок на малих агрегатних верстатах. Дослідженнями встановлено, що зміна діаметрів не веде до істотного збільшення полів розсіювання.

Висновки

Можна зробити висновок, що найменші поля розсіювання отримані при поєднанні керованих факторів при мінімальному ($T_{\text{S1}_{\text{min}}}$) і максимальній довжині направляючої частини втулки ($l_{\text{BT}_{\text{max}}}$), а в порівнянні з несприятливим поєднанням, а саме і вдається зменшити поля розсіювання розмірів від бази в 1,6 рази, а відхилень – в 2,6 рази. Використовуючи мінімальні вильоти l_x між торцем кондукторної втулки і поверхнею оброблюваної деталі можна підвищити точність при сприятливому поєднанні керованих факторів ($T_{\text{S1}_{\text{min}}}$, $l_{\text{BT}_{\text{max}}}$, $l_{x_{\text{min}}}$) порівняно з несприятливим їх поєднанням ($T_{\text{S1}_{\text{max}}}$, $l_{\text{BT}_{\text{min}}}$, $l_{x_{\text{max}}}$) від 1,85 рази для ω_b і до 2,7 раз для ω_o . А поєднання факторів, що визначають зазор у сполученні інструмент - отвір втулки при $T_{\text{S1}_{\text{min}}}$ і $l_{\text{BT}_{\text{max}}}$ зменшує поле розсіювання в просвердлених отворах також в 1,6 рази для ω_b і 2,6 рази для параметра ω_o в порівнянні з використанням втулок з $T_{\text{S1}_{\text{max}}}$ і $l_{\text{BT}_{\text{min}}}$. Порівнюючи поля розсіювання, отримані при обробці м'яких матеріалів (Ал 9) з вуглецевими сталями (сталь 45) встановлюємо, що їх прирощення становить до 65 % по ω_b і 23 % по ω_o . У всіх випадках прирощення полів розсіювання в залежності від вильоту інструменту за торець втулки більш істотно (на 14 %) при утворенні розміру від бази, ніж при утворенні позиційного відхилення. При проектуванні технологічних систем з насадками і кондукторами на верстатах типу ХММ найбільш доцільно для підвищення точності обробки вибирати мінімальні зазори в межах (10-15) мкм, високі кондукторні втулки ($l_{\text{BT}} = 18$ мм) і малі вильоти ($l_x = 1-2$ мм).

Список використаних джерел:

1. Солонин И. С. Математическая статистика в технологии машиностроения / И. С. Солонин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1972. – 215 с.
2. Душинский В. В. Оптимизация технологических процессов в машиностроении / В. В. Душинский, Е. С. Пуховский, С. Г. Радченко ; под общ. ред. Г. Э. Таурит. – К. : Техніка, 1977. – 176 с.
3. Odom P. R. Nomographs for computer simulation / P. R. Odom, R. E. Shannon // Industrial Engineering. – 1973. – Vol. 5, N 11. – P. 603–614.
4. Шиндовский Э. Статистические методы управления качеством / Э. Шиндовский, О. Шорц. – М. : МИФ, 1976. – 599 с.
5. Портман В.Т. Универсальный метод расчета точности механических устройств / В. Т. Портман // Вестник машиностроения. – 1981. – № 7. – С. 12–17.
6. Агрегатные станки средних и малых размеров / Ю. В. Тимофеев, В. Д. Хицан, М. С. Васерман, В. В. Громов ; под общ. ред. Ю. В. Тимофеева. – М. : Машиностроение, 1985. – 248 с.
7. Исследование факторов, определяющих точность обработки деталей на агрегатных станках ХПО : (отчет о НИР) / Укр. заоч. политехн ин-т ; Э. А. Пащенко, В. А. Чепела, Н. В. Латышев. – Харьков, 1983. – 90 с. – Инв. номер 02840041668.

Стаття надійшла до редакції 29 квітня 2014 р.

УДК 658.56

**ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСІВ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ (СУЯ)
ПІДПРИЄМСТВ ЗГІДНО ВИМОГ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ ISO СЕРІЇ 9000**

©Горбенко Н. А., Трищ Г. М., Катрич О. О.

Українська інженерно-педагогічна академія

У статті класифіковано показники якості процесів СУЯ за признаком оптимальності та запропоновано коефіцієнти для їх кількісного оцінювання.

Ключові слова: система управління якістю, показник якості, коефіцієнт якості.

Горбенко Н. А., Трищ Г. М., Катрич О. О. «Оценивание качества процессов систем менеджмента качеством (СМК) предприятий согласно требований международных стандартов ISO серии 9000».

В статье классифицированы показатели качества процессов СМК по признаку оптимума и предложены коэффициенты для их количественного оценивания.

Ключевые слова: система менеджмента качеством, показатель качества, коэффициент качества.

Gorbenko N. A., Trishch G. M., Katrich O. O. “Evaluation of quality of processes of the management systems by quality of enterprises in obedience to the requirements of international standards of ISO of series 9000”.

In the article the indexes of quality of processes of SMK are classified on the sign of optimum and coefficients are offered for their quantitative evaluation.

Key words: management system by quality, index of quality, coefficient of quality.

1. Постановка задачі

Міжнародні стандарти ISO серії 9000 [1–3] диктують нові вимоги до оцінювання, прогнозування та управління на підприємствах з метою забезпечення і підтримання високого рівня якості продукції. Сутність сучасного управління полягає в управлінні якістю процесів, що повинно призвести до забезпечення якості продукції. Для належного управління якістю процесів необхідно здійснювати їх оцінювання, і оцінки повинні мати кількісне вираження. Тобто, необхідно розробити методи і методики кількісного оцінювання процесів, які дозволять ними управляти. Структурний аналіз СУЯ та її складових показав, що процеси мають різномірну природу, вони по різному впливають на якість готової продукції, їх показники є різномірними та змінюються з часом. Такі особливості утруднюють задачу оцінювання якості процесів, зокрема для отримання узагальненого показника якості.

Визначення узагальненого показника якості процесу пов'язано з отриманням єдиної оцінки, яка кількісно виражає якість через його окремі показники. Одним із способів рішення такого завдання є приведення різномірних показників якості процесів у безмірну шкалу, що дозволяє звести усі показники до однієї розмірності, і у свою чергу, дасть можливість кількісно оцінити узагальнений показник якості процесу.

Незважаючи на те, що різні процеси мають різні показники якості, методи їх оцінювання близькі, оскільки усі процеси та усі їх показники потребують кількісного оцінювання, тому пропонуємо усі методи оцінки якості процесів СУЯ включити в одну, методологічно об'єднану систему. При цьому слід враховувати, що процеси є по різному важливими для забезпечення якості продукції. Тому необхідна оптимізація вимог до якості процесів. Вона полягає у визначенні і встановленні таких значень показників якості процесу, при яких найбільш економічно і швидко досягається поставлена мета. Показники які задовольняють цій умові називаються оптимальними, а відповідний рівень якості – оптимальним рівнем якості.

2. Оцінювання показників якості процесів з часом їх функціонування

Усі процеси СУЯ різні, їх показники якості мають різні одиниці виміру і різні оптимальні значення, то необхідно розробити уніфіковану систему стандартних залежностей, яка дозволить оптимально вибирати потрібну залежність для певного показника якості будь-якого процесу. Наведемо приклади показників якості з різними оптимальними значеннями. Для цього пояснимо поняття «поле допуску», під яким розуміємо – поле, обмежене верхнім і нижнім відхиленнями. Ці відхилення і є граничними значеннями показників якості. У результаті можемо об'єднати показники якості процесів у чотири групи (рис. 1):

- група показників якості, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до нижньої границі поля допуску. Наприклад, кількість бракованих виробів, кількість аварій, кількість смертельних випадків, запізнь тощо. У даному випадку, чим менше ці показники, тим краще;
- група показників якості, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до верхньої границі поля допуску. Наприклад, надійність, результативність, ККД, успішність тощо. У даному випадку, чим більше значення показника, тим краще;
- група показників якості, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до середини поля допуску. Наприклад, точність розміру виробу, точність температури в приміщенні, час виконання роботи тощо;
- група показників якості, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до країв поля допуску. Наприклад, найбільша продуктивність при найменших витратах.

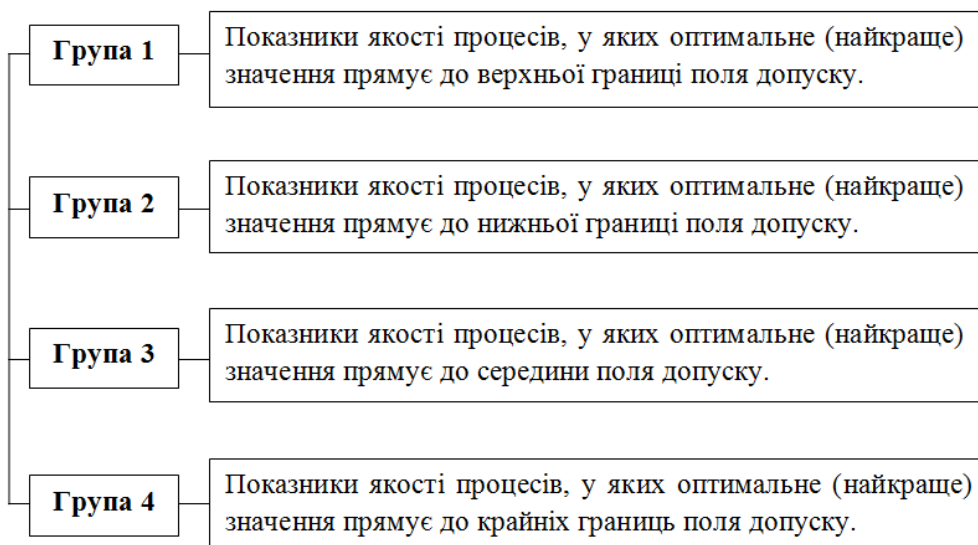


Рис. 1 – Показники якості процесів СУЯ за критерієм оптимальності

На показники якості будь-якого процесу у складі СУЯ впливає значна кількість факторів, тому для оцінки якості процесів необхідно вивчати показники якості протягом певного проміжку часу. Якщо фіксувати показники якості процесу через певні проміжки часу, як це робиться, наприклад, власником процесу при його аналізі, чи під час аудитів, то можна отримати часовий ряд з певними характеристиками. Для вивчення характеристик часового ряду пропонується ввести його коефіцієнти, які будуть характеризувати показник якості процесу СУЯ протягом певного проміжку часу його функціонування:

1. Коефіцієнт розсіювання показника якості процесу (K_p) – характеризує величину розсіювання показника від його оптимального значення;
2. Коефіцієнт миттєвого розсіювання показника якості процесу ($K_{p(t)}$) – характеризує величину розсіювання показника від його оптимального значення в будь-який момент часу t ;
3. Коефіцієнт запасу розсіювання показника якості процесу (K_z) – характеризує величину запасу розсіювання показника від його оптимального значення;
4. Коефіцієнт миттєвого запасу розсіювання показника якості процесу ($K_{z(t)}$) – характеризує величину запасу розсіювання показника від його оптимального значення в будь-який момент часу t .

Пояснимо поняття, які характеризують часовий ряд (рис. 2.).

Поле допуску T – поле обмежене найбільшим допустимим $X_{don.max}$ та найменшим допустимим $X_{don.min}$ значеннями показника якості.

Поле розсіювання R – поле між найбільшим дійсним X_{max} і найменшим дійсним X_{min} значенням показника якості.

Оптимальне значення – найкраще значення показника якості X_{opt} . Значення до якого повинне прямувати дійсне значення показника якості.

Максимальне значення (X_{max}) – найбільше значення часового ряду.

Мінімальне значення (X_{min}) – найменше значення часового ряду.

Середнє значення ($X_{сер.}$) – середнє значення часового ряду.

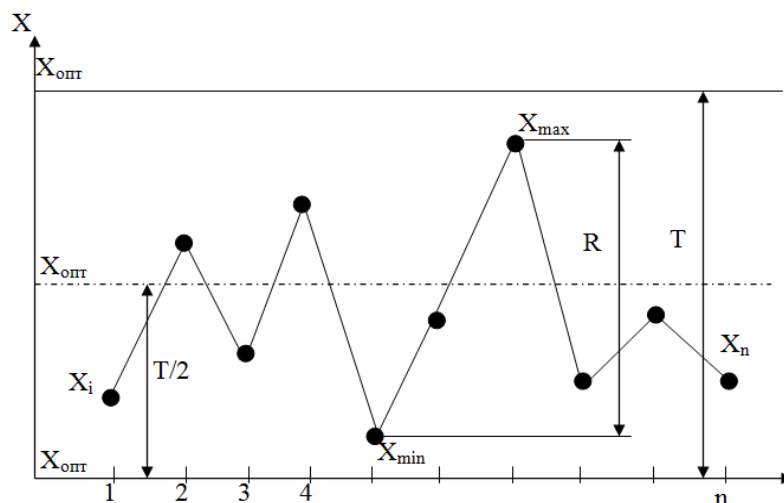


Рис. 2 – Загальна схема функціонування процесу СУЯ

Для оцінки показників якості процесів СУЯ, на відміну від оцінки виробів і технологічних систем, якість пропонується визначати максимальною величиною відхилення від оптимального значення. Введемо показники, які враховують оптимальне значення і величину поля розсіювання показника якості процесу.

Коефіцієнт розсіювання показника якості процесу:

$$K_p = \begin{cases} \frac{X_{\min} - X_{onm}}{T}, \text{ якщо } |X_{\min} - X_{onm}| > |X_{\max} - X_{onm}| \\ \frac{X_{\max} - X_{onm}}{T}, \text{ якщо } |X_{\min} - X_{onm}| < |X_{\max} - X_{onm}| \end{cases} \quad (1)$$

Коефіцієнт миттєвого розсіювання показника якості процесу:

$$K_{p(t)} = \begin{cases} \frac{X_{\min}(t) - X_{onm}}{T}, \text{ якщо } |X_{\min}(t) - X_{onm}| > |X_{\max}(t) - X_{onm}| \\ \frac{X_{\max}(t) - X_{onm}}{T}, \text{ якщо } |X_{\min}(t) - X_{onm}| < |X_{\max}(t) - X_{onm}| \end{cases} \quad (2)$$

Коефіцієнт запасу розсіювання показника якості процесу:

$$K_z = 1 - \begin{cases} \frac{X_{\min} - X_{onm}}{T}, \text{ якщо } |X_{\min} - X_{onm}| > |X_{\max} - X_{onm}| \\ \frac{X_{\max} - X_{onm}}{T}, \text{ якщо } |X_{\min} - X_{onm}| < |X_{\max} - X_{onm}| \end{cases} \quad (3)$$

Коефіцієнт миттєвого запасу розсіювання показника якості процесу:

$$K_{z(t)} = 1 - \begin{cases} \frac{X_{\min}(t) - X_{onm}}{T}, \text{ якщо } |X_{\min}(t) - X_{onm}| > |X_{\max}(t) - X_{onm}| \\ \frac{X_{\max}(t) - X_{onm}}{T}, \text{ якщо } |X_{\min}(t) - X_{onm}| < |X_{\max}(t) - X_{onm}| \end{cases} \quad (4)$$

Так, для групи показників якості процесів, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до середини поля допуску:

- коефіцієнт розсіювання показника якості процесу має вигляд:

$$K_p = \begin{cases} \frac{X_{\min} - X_{onm}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } |X_{\min} - X_{onm}| > |X_{\max} - X_{onm}| \\ \frac{X_{\max} - X_{onm}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } |X_{\min} - X_{onm}| < |X_{\max} - X_{onm}| \end{cases} \quad (5)$$

- коефіцієнт миттєвого розсіювання показника якості процесу має вигляд:

$$K_{p(t)} = \begin{cases} \frac{X_{\min}(t) - X_{onm}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } |X_{\min}(t) - X_{onm}| > |X_{\max}(t) - X_{onm}| \\ \frac{X_{\max}(t) - X_{onm}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } |X_{\min}(t) - X_{onm}| < |X_{\max}(t) - X_{onm}| \end{cases} \quad (6)$$

- коефіцієнт запасу розсіювання показника якості процесу має вигляд:

$$K_z = 1 - \begin{cases} \frac{X_{\min} - X_{onm}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } |X_{\min} - X_{onm}| > |X_{\max} - X_{onm}| \\ \frac{X_{\max} - X_{onm}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } |X_{\min} - X_{onm}| < |X_{\max} - X_{onm}| \end{cases} \quad (7)$$

- коефіцієнт миттєвого запасу розсіювання показника якості процесу має вигляд:

$$K_{з(t)} = 1 - \begin{cases} \frac{X_{\min}(t) - X_{onm}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } |X_{\min}(t) - X_{onm}| > |X_{\max}(t) - X_{onm}| \\ \frac{X_{\max}(t) - X_{onm}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } |X_{\min}(t) - X_{onm}| < |X_{\max}(t) - X_{onm}| \end{cases} \quad (8)$$

Для групи показників якості процесів, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до нижньої границі поля допуску:

- коефіцієнт розсіювання показника якості процесу має вигляд:

$$K_p = \begin{cases} \frac{X_{\min}}{T}, \text{ якщо } X_{\min} > X_{\max} \\ \frac{X_{\max}}{T}, \text{ якщо } X_{\min} < X_{\max} \end{cases} \quad (9)$$

- коефіцієнт миттєвого розсіювання показника якості процесу має вигляд:

$$K_{p(t)} = \begin{cases} \frac{X_{\min}(t)}{T}, \text{ якщо } X_{\min}(t) > X_{\max}(t) \\ \frac{X_{\max}(t)}{T}, \text{ якщо } X_{\min}(t) < X_{\max}(t) \end{cases} \quad (10)$$

- коефіцієнт запасу розсіювання показника якості процесу має вигляд:

$$K_z = 1 - \begin{cases} \frac{X_{\min}}{T}, \text{ якщо } X_{\min} > X_{\max} \\ \frac{X_{\max}}{T}, \text{ якщо } X_{\min} < X_{\max} \end{cases} \quad (11)$$

- коефіцієнт миттєвого запасу розсіювання показника якості процесу має вигляд:

$$K_{з(t)} = 1 - \begin{cases} \frac{X_{\min}(t)}{T}, \text{ якщо } X_{\min}(t) > X_{\max}(t) \\ \frac{X_{\max}(t)}{T}, \text{ якщо } X_{\min}(t) < X_{\max}(t) \end{cases} \quad (12)$$

Для групи показників якості процесів, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до країв поля допуску:

- коефіцієнт розсіювання показника якості процесу:

$$K_p = \begin{cases} \frac{X_{\min}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } X_{\min} > X_{\max} \\ \frac{X_{\max}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } X_{\min} < X_{\max} \end{cases} \quad (13)$$

- коефіцієнт миттєвого розсіювання показника якості процесу:

$$K_{p(t)} = \begin{cases} \frac{X_{\min}(t)}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } X_{\min}(t) > X_{\max}(t) \\ \frac{X_{\max}(t)}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } X_{\min}(t) < X_{\max}(t) \end{cases} \quad (14)$$

- коефіцієнт запасу розсіювання показника якості процесу:

$$K_z = 1 - \begin{cases} \frac{X_{\min}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } X_{\min} > X_{\max} \\ \frac{X_{\max}}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } X_{\min} < X_{\max} \end{cases} \quad (15)$$

- коефіцієнт миттєвого запасу розсіювання показника якості процесу:

$$K_{з(t)} = 1 - \begin{cases} \frac{X_{\min}(t)}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } X_{\min}(t) > X_{\max}(t) \\ \frac{X_{\max}(t)}{0,5 \cdot T}, \text{ якщо } X_{\min}(t) < X_{\max}(t) \end{cases} \quad (16)$$

Для підвищення якості процесу, повинні виконуватися такі умови:

$$1 > K_m \rightarrow 0; 0 < K_z \rightarrow 1.$$

Запропоновані коефіцієнти враховують оптимальне значення показника якості процесу, тому можуть бути прийняті як критерій оптимізації при управлінні якістю на різних етапах виробництва і дозволять комплексно оцінити якість процесів СУЯ.

Висновки

1. Класифіковано показники якості процесів СУЯ за признаком оптимальності,
2. Для комплексної оцінки з врахуванням змін одиничних показників якості процесів СУЯ з часом розроблено коефіцієнти: розсіювання, миттєвого розсіювання, запасу розсіювання, миттєвого запасу розсіювання.

Список використаних джерел:

1. Системи управління якістю. Основні положення та словник: ДСТУ ISO 9000:2007. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 72 с. – (Національний стандарт України).
2. Системи управління якістю. Вимоги: ДСТУ ISO 9001:2009. – [Чинний від 2009-09-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 72 с. – (Національний стандарт України).
3. Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності: ДСТУ ISO 9004:2001. – [Чинний від 2001-06-27]. – К.: Держстандарт України, 2001. – 70 с. – (Державний стандарт України).

Стаття надійшла до редакції 13 травня 2014 р.

УДК 621.798

УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПАКОВКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

©Гордеев А. С., Святуха А. А.

Українська інженерно-педагогічна академія

Рассмотрены вопросы упаковки цилиндрических изделий по комплектам определённого размера в специальные пакеты из термосклеивающей рулонной бумаги. При этом каждое изделие находится в своей ячейке общего пакета, что исключает взаимный контакт деталей и возможное их повреждение. С этой целью разработана специальная конструкция устройства, состоящая из накопительных барабанов с установленными внутри каждого неподвижных наружного и внутреннего цилиндров, на внешней стороне которых установлены подвижные кольца с ячейками, выдающими и дозирующим роликами с ячейками. Устройство снабжено также накопительными барабанами с деталями, подлежащими упаковке, сварочными ролами для термосклеивания пакетов, печатающим устройством и механизмом отрезки пакетов с упакованными изделиями.

Ключевые слова: накопительный барабан, наружный и внутренний цилиндры, комплект, пакет, дозирующий ролик, ячейки, упаковка.

Гордеев А. С., Святуха А. А. «Пристрій для пакування циліндричних виробів».

Розглянуто питання упаковки циліндричних виробів по комплектах певного розміру в спеціальні пакети з термосклеивающей рулонного паперу. При цьому кожен виріб знаходиться у своїй комірці загального пакету, що виключає взаємний контакт деталей і можливе їх пошкодження. З цією метою розроблена спеціальна конструкція пристрою, що складається з накопичувальних барабанів з встановленими всередині кожного нерухомих зовнішнього і внутрішнього циліндрів, на зовнішній стороні яких встановлені рухомі кільця з осередками, що видають і дозуючим роликами з осередками. Пристрій забезпечений також накопичувальними барабанами з деталями, що підлягають упаковці, зварювальними ролами для термосклеивания пакетів, друкуючим пристроєм і механізмом відрізки пакетів з упакованими виробами.

Ключові слова: накопичувальний барабан, зовнішній і внутрішній циліндри, комплект, пакет, дозуючий валик, клітинки, упаковка.

Gordeev A. S., Sviatucha A. A. "The device for packing of cylindrical products".

Questions of packing of cylindrical products under complete sets of the certain size in special packages from a thermo sticking together rolled paper are considered. Thus each product is in the cell of the general package that excludes mutual contact of details and their possible damage. The special design of the device consisting of memory drums with established in each motionless external and internal cylinders, on which outer side set up the mobile rings with the cells which are giving out and dosing out rollers with cells is with that end in view developed. The device is supplied also by memory drums with the details which are subject to packing, welding rollers for thermo gluing of packages, printing the device and the mechanism pieces of packages with packed goods.

Key words: a memory drum, external and internal cylinders, the complete set, a package which is dosing out a roller, cells, packing.

1. Введение

Качественная упаковка изделий способствует длительному сохранению исходных свойств выпускаемой продукции в различных отраслях производства. Большое значение качеству упаковки уделяется в пищевой, медицинской и ряде других отраслей. При упаковке изделий необходимо учитывать многообразие факторов: длительность хранения, вид транспортировки, климатические условия и ряд других. Не менее важное значение придаётся упаковке товаров промышленного назначения. В данной работе предлагается разработанная конструкция устройства для упаковки цилиндрических деталей по комплектам в пакеты из термосклеивающего материала.

2. Анализ публикаций

Известна многооборотная металлическая кассета [1] состоящая из двух полукассет, выполненных в виде двух торцевых стенок, представляющих замкнутый контур из уголка, скрепленный ребром жесткости с боковыми сторонами, верхним и нижним основаниями, являющимися сторонами уголков, стяжные элементы в виде цепи, узлы крепления стяжных элементов в средней части боковых сторон в виде замков.

Недостатком данного устройства является невозможность транспортирования и хранения без повреждений (сколов) хрупких габаритных деталей цилиндрической формы.

Наиболее близким к изобретению является устройство для транспортирования цилиндрических изделий, состоящее из двух торцевых стенок в виде замкнутого контура из уголка, имеющих боковые стороны (стороны уголка), верхнее основание в виде горизонтальной полки уголка, нижнее основание с прикрепленными к нему опорными полозьями, ребра жесткости, расположенные горизонтально на торцевых стенках, гибкие стяжные элементы (цепи), узлы крепления стяжных элементов в средней части боковых сторон торцевых стенок в виде фиксаторов.

Недостатком данного устройства является возможность повреждения хрупких длинномерных цилиндрических изделий большого диаметра и веса при их упаковке в пакеты с помощью предложенного устройства и при выгрузке из него.

Кроме выше описанных, известны способы упаковки путем завертывания изделий, таких как кипы сена, соломы или целлюлозы, различные тюки или, например, меньшие объекты, или предметы, нагруженные на паллеты, поддоны или подобные устройства и упакованные с помощью подходящего оберточного материала, такого как лист пластика или оберточная пленка. Такую упаковку выполняют, например, с последовательной подачей изделий конвейером в направлении его движения к устройству для упаковки путем завертывания, в котором изделия проходят через вращающееся кольцо. Вращающееся кольцо снабжено, по меньшей мере, одним раздаточным или натяжным устройством, содержащим рулон пластиковой пленки, который вращается с кольцом вокруг изделия и из которого сматывается пластиковая пленка и обертывается вокруг наружных поверхностей изделия. Проблема состоит в том, что в случае, когда изделия необходимо разделить после завертывания, на концах изделия отсутствует покрытие из оберточного материала, так как оберточным материалом покрыты лишь боковые стороны изделия, если следующие друг за другом изделия в устройстве для упаковки плотно прижаты торцами друг к другу. В случае,

когда изделия не отделены друг от друга, в результате образуется длинная и тяжелая связка изделий, которая вызывает трудности при перевалке и в которой внутри одной оберточной пленки находится множество изделий. Кроме того, торцы указанной связки изделий не содержат покрытия из оберточного материала, предохраняющего от механических повреждений и/или, например, от воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей.

В патенте США № 5184449 предлагается решение, в котором целое вращающееся кольцо поворачивается на 90° и таким образом обеспечивается завертывание в двух направлениях вокруг груза на паллете. Однако недостаток указанного решения заключается в сложности и тяжести конструкции. Базирование и движение кольца вверх-вниз в горизонтальном положении требует чрезвычайно жесткой конструкции устройства и мощных поворотных средств, особенно тогда, когда подлежащие завертыванию изделия имеют большие размеры. Такая конструкция естественно непригодна для случаев, когда устройство для упаковки путем завертывания должно быть передвижным.

Круглые изделия, такие как круглые тюки или т. п., завертывают друг за другом в пластиковую пленку с помощью устройств, снабженных поворотным столом и выполненным с возможностью поворота тюка одновременно с обертыванием пленки вокруг тюка с помощью раздатчика пленки. Такие устройства описаны, например, в Европейской заявке на выдачу патента № 0565055, заявке на выдачу патента Норвегии № 884841, заявке на выдачу патента Великобритании № 2221203 и патенте Швеции № 467248. Однако только отдельные изделия могут быть обернуты пленкой с помощью этих устройств, так как такие устройства имеют низкую производительность. Кроме того, указанные устройства пригодны лишь для упаковки путем завертывания изделий цилиндрической формы.

В последнее время было установлено, например, в связи с упаковкой сена, соломы или подобных материалов, что изготовление круглых тюков с помощью соответствующей машины менее эффективно с точки зрения производительности машины, чем изготовление так называемых квадратных брикетов в форме прямоугольной призмы. Устройство для изготовления квадратных брикетов может быть выполнено с возможностью непрерывной работы, так как отпадает необходимость остановки процесса формовки во время обвязки изделия, что требуется при производстве круглых тюков с помощью соответствующих машин.

Эффективность машин, делающих квадратные брикеты, по сравнению с машинами для изготовления круглых тюков намного выше и они применяются все шире и шире вместо машин, вяжущих круглые тюки, несмотря на то, что упаковка квадратных брикетов вызывает больше трудностей. Проблема заключается в том, что нет подходящих устройств для упаковки путем завертывания изделий в форме параллелепипеда с помощью материалов в виде полотна. Было сделано несколько предложений в попытке модифицировать вышеупомянутые машины для упаковки путем завертывания круглых изделий путем добавления различного дополнительного оборудования с целью приспособить их для упаковки путем завертывания также и изделий квадратной формы. Однако потребители не были удовлетворены эксплуатационными показателями таких устройств, например, вследствие большого расхода упаковочного материала и таким образом неэкономичной работы устройства, а также вследствие общих трудностей в работе и длительности процедуры завертывания.

3. Основной материал

В данной статье предлагается разработанная специальная конструкция устройства для упаковки изделий по комплектам в пакеты из термосклеивающего материала и их последующей маркировки (рис. 1).

Предлагаемое устройство содержит два барабана 1 и 2, установленных на передней стенке станины в одной плоскости, под которыми в корпусе 3 с входными окнами 4 и 5 и выходным окном 6 установлены приемные ролики 7 и 8. Во роликами 7 и 8 установлен дозирующий ролик 9. Барабан 1 и 2 выполнены в виде неподвижно установленных и концентрически расположенных в корпусе 10 наружного и внутреннего цилиндров 11 и 12. На внешних сторонах цилиндров 11 и 12 имеются подвижные кольца 13 и 14 с ячейками 15 для изделий, которые пакуют. В корпусе 10 и во внешнем цилиндре 11 выполнены окна 16 и 17 для выдачи изделий, смещены одно относительно другого на величину шага одной ячейки.

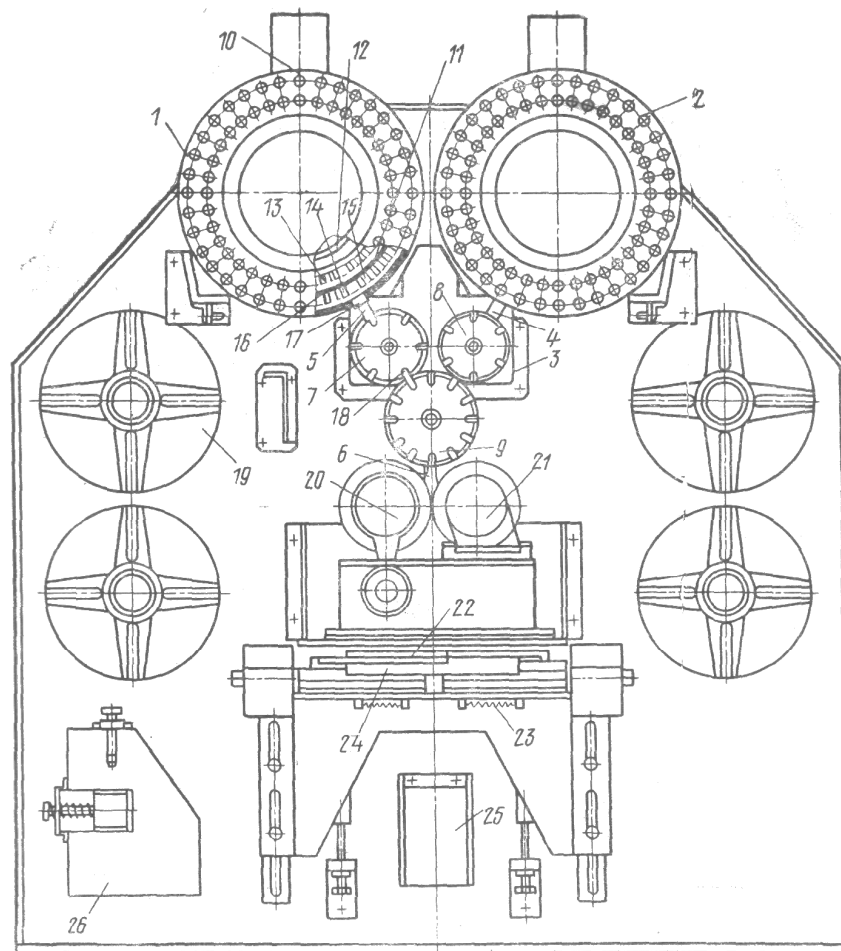


Рис. 1 – Устройство для упаковки цилиндрических изделий (вид спереди)

На приемных роликах 7 и 8, а также на дозирующем ролике 9 выполнены ячейки 18 для деталей, при этом ячейки приемного ролика 7 смещены относительно ячеек приемного ролика 8 на половину шага ячейки. Под механизмом подачи деталей установлены расположены в одной плоскости бобины 19 с упаковочным материалом, а также узел упаковки и термосклеивания пакетов, состоящий из сварочных роллов 20 и 21 с ячейками для деталей, которые пакуют.

Под механизмом упаковки и термосклеивания пакетов последовательно размещены узел резки пакетов, выполненный в виде плоских ножей 22, закрепленных на подпружиненных

пружинами 23 ползунах 24 и тара 25 для накопления готовых пакетов. В одной плоскости с бобинами 19 установлено печатающее устройство, изготовленное в виде расположенных в корпусе 26 ванны 27 с краской, которые кинематически связывают между собой красящих валиков 28 формного цилиндра 29 и прижимного ролика 30. Все вращающиеся органы устройства имеют валы с вращающимися звездочками 31 входящими в зацепление с цепью 32, приводятся в движение от ведущей звёздочки 33, установленной на выходном валу 34 редуктора 35 с приводом 36. Параллельно выходному валу 34 расположен выходной вал 37 с ведущей звёздочкой 38, входящий в зацепление с цепью 39, что приводит в движение ведомые звездочки 40 и 41, установленные на валах 42 и 43 автооператоров установки и снятия. Такая кинематическая связь между узлами устройства снижает люфты, а следовательно, повышает точность работы. Автооператор представляет собой патрон 44, установленный на штоках пневмоцилиндров 45.

Работа устройства осуществляется следующим образом. После установки барабанов 1 и 2 с деталями для упаковки в патроны 44 автооператоров и включения привода 36 вращение через редуктор 35 передается на ведущие звездочки 33 и 38, которые приводят во вращение через ведомые звездочки 31, 40 и 41 все узлы устройства. Ведомые звездочки 31 вращают приемный и дозирующий ролики, а также сварочные роли механизма упаковки и термосклеивания пакетов. Ведомые звездочки 40 и 41 приводят во вращение соответственно кольца 13 и 14 барабанов 1 и 2. При вращении колец 13 и 14 детали из ячеек кольца 14 через окно 17 и приемное окно 5 попадают в ячейку 18 приемного ролика 7, транспортирующий деталь и передает ее в ячейку 18 дозирующего ролика 9. С дозирующего ролика 9 деталь через выходное окно 6 попадает в ячейки роллов 20 и 21 и пакуется последними. Аналогично детали поступают и из барабана 2, с той лишь разницей, что деталь поступает в ячейку 18 дозирующего ролика 9 вслед за деталью, поступившей из барабана 1. Одновременно с упаковкой деталей формный цилиндр 29 печатающего устройства наносит отпечатки на поверхность упаковочного материала, а механизм резки через определенные промежутки режет готовые пакеты. По мере вращении колец 13 и 14 барабанов 1 и 2 детали из кольца 13 через окно 16 попадают в кольцо 14, а дальше к месту упаковки.

Выводы

Использование предлагаемого устройства обеспечивает по сравнению с известным оборудованием упаковку цилиндрических изделий соответствующих размеров в пакеты по комплектам с определённым количеством изделий.

Список использованных источников:

1. Ефремов Н. Ф. Тара и ее производство / Н. Ф. Ефремов // Упаковка: вчера, сегодня, завтра. – 2000. – № 1. – С. 30–33.
2. Каверин В. А. Выбор, изготовление, испытания тары и упаковки / В. А. Каверин, К. П. Феклин. – М. : МГУП, 2002. – 260 с.
3. Стюарт Б. Упаковка как инструмент эффективного маркетинга / Б. Стюарт. – М. : МГУП, 1999. – 144 с.

Стаття надійшла до редакції 14 січня 2014 р.

УДК 331.45

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ
ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ (ЗІЗ)**

©Денисенко М. В., Діденко Н. В.

Українська інженерно-педагогічна академія

В роботі розглянуто якісні показники готового робочого костюма вітчизняного виробника: стійкість до стирання тканини; розривне навантаження по основі; розривне навантаження по утку та визначено їх статистичні характеристики.

Ключові слова: засіб індивідуального захисту, показник якості, робочий костюм.

Денисенко М. В., Діденко Н. В. «Исследование статистических показателей качества средств индивидуальной защиты работников».

В работе рассмотрены качественные показатели готового рабочего костюма отечественного производителя: стойкость к стиранию ткани; разрывная нагрузка по основе; разрывная нагрузка по утку и определены их статистические характеристики.

Ключевые слова: средство индивидуальной защиты, показатель качества, рабочий костюм.

Denisenko M. V., Didenko N. V. “Research of statistical indexes of quality of facilities of individual defence of workers”.

The high-quality indexes of the prepared working suit of domestic producer are in-process considered: firmness to elimination of fabric; break loading to warpwise; break loading fillingwise and their statistical descriptions are certain.

Key words: mean of individual defence, index of quality, working suit.

1. Постановка задачі

Ефективна робота системи технічного регулювання є вкрай важливою для динамічного розвитку економіки, зокрема:

- для забезпечення можливості інноваційного розвитку;
- для успішного виходу вітчизняного виробника на зовнішні ринки;
- для успішної конкуренції вітчизняної продукції із імпортом.

На сьогоднішній день в Україні ще діє система обов'язкової сертифікації продукції в Системі УкрСЕПРО згідно законодавства та наказу Держспоживстандарту України №28 від 01.02.2005 [1; 2; 3; 4]. Ця система забезпечує випуск продукції належної якості, шляхом її обов'язкової перевірки в акредитованих лабораторіях і видачі виробнику сертифікатів відповідності. Але така система державного зобов'язання не забезпечує і не гарантує того, що виробник буде випускати продукцію стабільної якості постійно, а не тільки партію, що проходить випробування, для проходження процедури сертифікації. Вимоги до продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації, встановлені державними нормативними документами і відносяться до контролю якості готового виробу. Так, наприклад, в костюмі робочому від загальних виробничих забруднень обов'язковими показниками є: поверхнева щільність матеріалу; зміна розмірів після мокрої обробки; розривне навантаження тканин; водостійкість; стійкість фарбування тканини до різних чинників. За умов існування норм про обов'язковість відповідності ЗІЗ національним стандартам, створюються суттєві бар'єри для експортоорієнтованих підприємств, оскільки при для продажу товарів і на внутрішньому, і на зовнішньому ринку виробники змушені застосовувати різні стандарти.

З огляду на прагнення України до вступу до Європейського Союзу виконання вимог та правил цих організацій (в тому числі і щодо системи технічного регулювання) є надзвичайно важливими для подальшого розвитку України та прискорення вступу країни до цих організацій. При цьому доцільно застосовувати вже існуючу в ЄС систему, лише адаптувавши її (зокрема, систему управління ризиками) до вітчизняних умов.

Забезпечення конкурентної спроможності підприємств легкої промисловості, можливість виходу українських виробників на світовий ринок потребує гарантованого забезпечення якості. Для рішення такого роду задач потрібна достовірна оцінка комплексу основних характеристик якості виготовляємих виробів, оцінка структури їх складових і, як мінімум, нормування вимог технологічного процесу, що забезпечує гарантоване виконання міжнародних стандартів.

2. Дослідження стабільності показників якості засобів індивідуального захисту працівників

Для дослідження стабільності технологічного процесу (стабільності показників якості) в якості прикладу було обрано готовий костюм робочий від виробничих забруднень вітчизняного виробника. Об'єктом дослідження обрано один з показників якості костюму робочого – це тканину. Аналіз проведено за такими основними критеріями як стійкість тканини до стирання і розривне навантаження швів та тканини по основі та утку.

Тканина – бавовняна плащова арт. ОВ0178-ХЕ виробництва Китай. Так як тканина використовується для виготовлення робочого одягу, характеристики і якісні показники сировини повинні відповідати зареєстрованому в Україні нормативному документу. Згідно норм нормативного документа тканина повинна витримувати „стираємість” не менше 600 циклів; розривне навантаження швів та тканини, не менш: по основі 80 кгс, по утку 60 кгс.

Було зібрано чисельний матеріал, а саме якісні показники готового виробу: „стійкість до стирання тканини”, „розривне навантаження по основі”, „розривне навантаження по утку” за період 2007-2010р. Контроль проводився в кожній виготовленій партії щотижнево, тобто на протязі 84 тижнів. Експериментальні дані оброблялися за допомогою математичного забезпечення MATLAB серії 7.0.1 R 14 SP1.

Результати експериментальних даних представлені на рисунках 1-3. Попередньо вихідні дані підлягали згладженню за допомогою кубічних сплайнів.

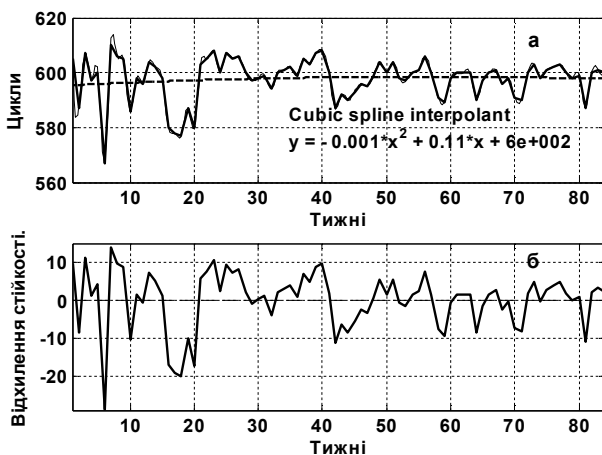


Рис 1 – Стійкість до стирання, а – початкові і згладжені кубічним сплайном дані, трендова складова, рівняння тренда; б – відхилення від тренда

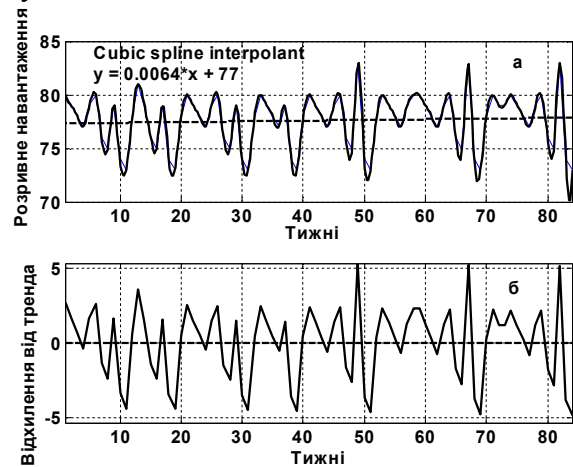


Рис. 2 – Розривне навантаження тканини(по основі), а – початкові і згладжені кубічним сплайном дані, трендова складова, рівняння тренда; б – відхилення від тренда

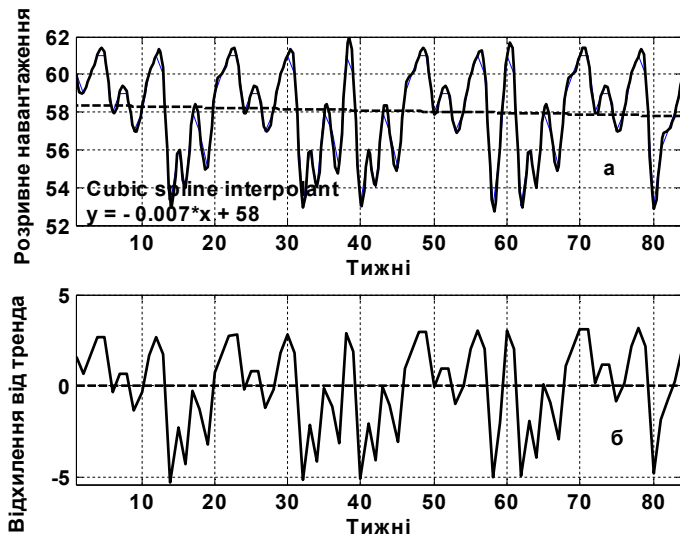


Рис. 3 – Розривне навантаження тканини(по утку),
а - початкові і згладжені кубічним сплайном дані,
трендовая складова, рівняння тренда;
б - відхилення від тренда

Визначені статистичні характеристики показників міцності на стираємість і міцностні характеристики тканини приведені у таблиці 1. Ці результати дають підставу стверджувати, що середні значення знаходяться істотно нижче обумовлених нормативним документом. На основі знайдених оцінок статистичних характеристик були визначені ймовірнісні показники полів розсіювання аналізуємих показників, були побудовані гістограми, представлені на рисунках 4-6.

Таблиця 1 – Статистичні характеристики результатів випробувань

Статистичні характеристики	Вид випробувань		
	Стійкість до стирання, цикли	Розривне навантаження тканини(по основі), кгс	Розривне навантаження тканини (по утку), кгс
Мінімум	567	73	53
Максимум	610	83	61
Середнє	597,8	77,6	58,1
Медіана	600	78	58,5
Ср. квад.відхил.	7,714	2,5	2,4
Розмах	43	10	8

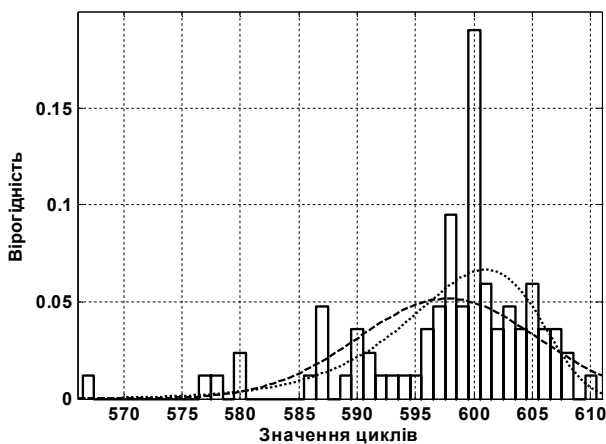


Рис.4 – Імовірнісні характеристики стійкості до стирання, переривиста лінія – закон Гаусса; пунктирна лінія – закон Вейбулла

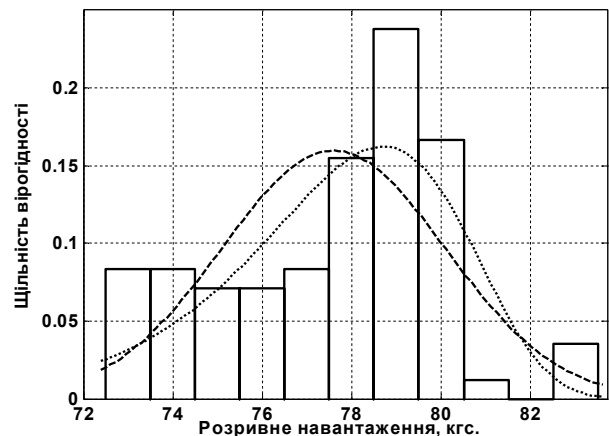


Рис. 5 – Імовірнісні характеристики розривних навантажень тканини(по основі), кгс, переривиста лінія – закон Гаусса; пунктирна лінія – закон Вейбулла

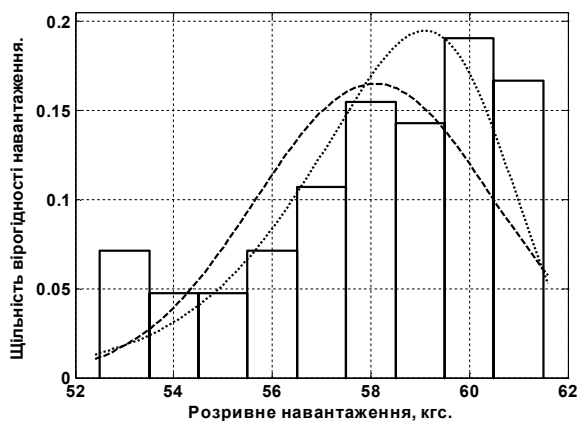


Рис. 6 – Імовірнісні характеристики розривних навантажень тканини(по утку), кгс, переривиста лінія – закон Гаусса; пунктирна лінія – закон Вейбулла

обумовлених технічними умовами;

2) ця тенденція підтверджується трендом, знайденим за допомогою методу найменших квадратів;

3) для всіх аналізованих даних є характерним підвищений розкид відносно трендів, що свідчить про нестабільність властивостей тканини на протязі всього аналізованого інтервалу (84 тижні).

Список використаних джерел:

1. Закон України про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності : за станом на 25 липня 2013 року / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парламентське вид-во, 2013. – 35 с. – (Закони України).
2. Закон України про стандартизацію [Електронний ресурс] : від 17.05.2001 № 2408. – (Редакція станом на 02.12.2012 р.). – Режим доступу <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2408-14>.
3. Закон України про підтвердження відповідності [Електронний ресурс] : від 17.05.2001 № 2406-III – (Редакція станом на 02.12.2012 р.). – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2406-14>.
4. Закон України про акредитацію органів з оцінки відповідності [Електронний ресурс] : від 17 травня 2001 р. № 2407. – (Редакція станом на 16.10.2012 р.). – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2407-14>.

Стаття надійшла до редакції 13 травня 2014 р.

Характер гістограм свідчить про наступне:

1) ймовірність відхилень показників міцності не відповідає нормальному закону (Гаусса);

2) причина відхилень пов'язана з наявністю сильної складової – це підвищене відхилення відносно тренда в сторону нижчих показників міцності.

Висновки

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки:

1) більша частина характеристик знаходиться нижче допустимих меж,

УДК 621.365.5

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

©Коваленко І. В.

Українська інженерно-педагогічна академія

У статті запропоновано рекомендації з вибору індукційно-нагрівального устаткування, які сприятимуть підвищенню ефективності його використання.

Ключові слова: індукційний нагрів, технологія, устаткування, збирання, розбирання, експлуатація.

Коваленко І. В. «Применение устройств индукционного нагрева в производственных условиях».

В статье предложены рекомендации по выбору индукционно-нагревательного оборудования, которые будут способствовать повышению эффективности его использования.

Ключевые слова: индукционный нагрев, технология, оборудование, сборка, разборка, эксплуатация.

Kovalenko I. “Application of devices of the induction heating is in productive terms”.

In the article offered to recommendation from the choice of induction-heater equipment, that will assist the increase of efficiency of his use.

Key words: induction heating, technology, equipment, assembling, sorting out.

1. Постановка проблеми

В теперішній час при великому різноманітті видів і способів нагрівання деталей і вузлів у машинобудуванні одним з найбільш перспективних є індукційне нагрівання, що відрізняється високою швидкістю наростання температури нагрівання, малою тривалістю нагрівання, автоматизацією процесу та низьким енергоспоживанням.

Незважаючи на те, що в машинобудуванні, як правило, електротермічні установки є енергозберігаючими, вони продовжують залишатися великими споживачами енергії. Для термічного ККД актуальним є: зниження часу нагрівання та підвищення потужності; контроль тривалості нагрівання, температури або споживаної енергії; зменшення втрат на випромінювання; виключення нагрівання непотрібних за технологією частин об'єкту. Для електричного ККД: правильний вибір частоти струму; застосування магнітопровідної системи як концентратора магнітного поля; правильний вибір розмірів індуктора стосовно об'єкту, що нагрівається; нагрівання внутрішнім полем індуктора; підвищення $\cos\varphi$ індуктора.

Якщо звернутися до досвіду промисловості, то можна помітити, що принципи створення (при необхідності – вибору) індукційно-нагрівальних установок (ІНУ), що працюють на струмах промислової частоти, розроблені недостатньо. Вони, головним чином, перенесені з області високочастотного, високотемпературного нагрівання заготівель під загартування, кування тощо.

2. Аналіз останніх досліджень

Пристрій для індукційного нагрівання містить у собі комплекс з'єднаних у певній послідовності функціональних елементів: джерело електричної енергії; перетворювач електричної енергії; блок перетворення електричної енергії в теплову; блок керування та контролю режимів технологічного процесу й допоміжне устаткування. Під технологічною системою (ТС) для індукційного нагрівання розуміють сукупність взаємозалежних технологічних процесів, ІНУ, оснащення, пристрої і прилади для вимірів, аналізу й контролю якості виробів, а також процесу керування, призначених для роз'єднання з'єднань із необхідною ефективністю та надійністю. Ефективність визначається такими основними показниками як продуктивність, витрата енергії, безпека, екологічна чистота.

Концептуально якісними є процеси або вироботи, при виробництві, функціонуванні й утилізації яких споживається мінімум енергії та матеріалів, і вони не заподіюють збитку тим, хто їх розроблює і використовує, а також навколишньому середовищу. Для ТС у цілому підвищення якості означає підвищення точності й стабільності функціонування, збільшення параметрів контролю виробу або процесу, підвищення вимог до засобів вимірів.

Універсалізація при створенні ІНУ обмежена й досягається спеціальною конструкцією магнітопроводаючої системи при незмінній котушці індуктора, хоча відомо, що для ефективного нагрівання необхідно, щоб котушка максимально була наближена до деталі, а краще – повторювала її конфігурацію, що зменшує розсіювання магнітного потоку. Магнітопровідники виготовляють змінними або такими, що змінюють своє положення [3]. Іноді змінюють режим нагрівання, наприклад, перемиканням напруги з 220В на 380В. Якщо індуктори споживаються струмом промислової частоти (50 Гц), то вони не мають потреби ні в яких перетворювальних пристроях і легко підключаються в цехову мережу, навіть до ланцюгів підведення струму до електродвигунів пресів або верстатів.

Особливості індукційного нагрівання вимагають узгодження інтенсивності нагріву зі швидкістю поширення тепла в механічно напруженому матеріалі та теплопередачею між деталями, щоб уникнути перевитрати матеріалу і необоротних деформацій.

Проведений аналіз показав, що параметри процесу розбирання з'єднань із натягом залежать від безлічі факторів: технологічних, геометричних, фізико-механічних, теплофізичних, кінематичних. Тому, при виборі типу пристрою для індукційного нагрівання не можна обмежуватися окремими показниками якості виробу або процесу.

3. Основна частина

Устаткування для індукційного нагрівання проектується та випускається з урахуванням загальних умов і вимог до нагрівання. Вибору устаткування і його компонуванню передують етапи технологічних, енергетичних і техніко-економічних досліджень. Завдання, які вирішуються при виборі індукційно-нагрівального устаткування, прямо пов'язані з використанням виробничих потужностей підприємства. Тому технологу необхідно, насамперед, вибрати енергоносії і визначити ступінь реконструкції – установлювати індукційне устаткування без змін або пристосовувати його до конкретних умов з якоюсь часткою конструктивних або

технологічних змін. Далі необхідно визначити тип пристрою індукційного нагрівання і його компонування по наступних допоміжних умовах:

1) параметри матеріалів і виробів, призначені для нагрівання повинні включати відомості про матеріал, його фізичні й хімічні властивості: марку сталі, питомий електричний опір, магнітна проникність, температура плавлення; а також відомості про виріб у цілому: габаритні розміри, маса і т.д.;

2) технологічний процес нагрівання повинен бути обумовлений попередніми та наступними технологічними операціями із вказівкою необхідного температурного режиму і характеру нагрівання, швидкості нагрівання, точності підтримки температури тощо;

3) якісні показники технологічного процесу нагрівання включають глибину, швидкість, максимально припустиму температуру, методи контролю в процесі нагрівання та після технологічної обробки;

4) характер енергетичної мережі підприємства (ділянки) визначає наступні фактори при виборі типу пристроїв для індукційного нагрівання: необхідність у додатковій або основній знижувальній підстанціях, одно- або багатозфазність нагрівача, розміщення джерел живлення й перетворювачів безпосередньо на технологічній ділянці або за його межами, необхідність у підведенні води, стисненого повітря та ін.;

5) склад устаткування для конкретної технології повинен забезпечувати максимально можливе його використання з урахуванням механізації та автоматизації самого нагрівального пристрою й технологічних ділянок і устаткування, що примикають до нього;

6) кількісні і якісні показники устаткування для індукційного нагрівання з урахуванням їх резервування й максимального використання повинні створювати необхідні умови для роботи обслуговуючого персоналу, що повинен бути обізнаний про принцип роботи та конструкції пристроїв;

7) необхідно враховувати комплектність і розташування допоміжного устаткування, що забезпечує ремонт і експлуатацію нагрівальних засобів;

8) вибір компонування пристрою для індукційного нагрівання здійснюється відповідно до правил: пристрою та експлуатації електричних промислових установок; технічного обслуговування електротермічних пристроїв; техніки безпеки й пожежної безпеки, а також із чинними правилами на даному конкретному підприємстві;

9) вибір типу устаткування повинен бути погоджений з технологічними системами ділянки;

10) необхідно враховувати організаційну структуру прийнятого технологічного процесу;

11) при рішенні організаційної структури ділянки з використанням індукційних установок більшу роль грає принцип автономності технологічних операцій або їх агрегатне використання.

Висновки

Принцип вибору типу устаткування для індукційного нагрівання, як для одного пристрою, так і для технологічного комплексу в цілому жадає від проектувальника знання техніко-економічних переваг, сутності технологічного та електротермічного пристроїв і вимог до нього.

Створення та використання рекомендацій з вибору індукційно-нагрівального устаткування є одним із перспективних напрямків підвищення ефективності його використання, це дозволить підвищити продуктивність використання електротермічних установок для індукційного нагріву.

Використання рекомендацій з вибору індукційно-нагрівального устаткування є відправною точкою у вирішенні багатьох завдань дослідницького, технологічного та техніко-економічного напрямків, пов'язаних із підвищенням ефективності роботи індукційного обладнання, що має забезпечити безперервний, якісний та економічно обґрунтований технологічний процес збирання-розбирання з'єднань з натягом.

Список використаних джерел:

1. Коваленко І.В. Индукционные установки для разборки ответственных соединений / І. В. Коваленко // Високі технології в машинобудуванні: зб. наук. пр. / НТУ “ХПІ”. – Харків, 2004. – Вип. 2 (9). – С. 105–110.
2. Установки индукционного нагрева / под ред. А. Е. Слухоцкого. – Л. : Энергоиздат. – 1981. – 325 с.
3. Рыскин С. Е. Применение сквозного индукционного нагрева в промышленности С. Е. Рыскин. – Л. : Машиностроение. – 1979. – 64 с.

Стаття надійшла до редакції 27 лютого 2014 р.

УДК 621.792.8:622.276.05

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ МЕТОДОВ СБОРКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

©Кравцов М. К., Бондарь Д. И.

Украинская инженерно-педагогическая академия

В статье рассматривается применения индукционного нагрева при сборке соединений с большими натягами. Исследована возможность использования свойств материалов при деформации за пределом упругости.

Ключевые слова: индукционный нагрев, натяг, предел упругости, технологический процесс.

Кравцов М. К. Бондарь Д. И. «Застосування теплових методів збірки для підвищення технологічності нафтовидобувного обладнання».

В статті розглядається застосування індукційного нагріву при складанні з'єднань з великими натягами. Досліджено можливість використання властивостей матеріалів при деформації поза межами пружності.

Ключові слова: індукційний нагрів, натяг, межа пружності, технологічний процес.

Kravtsov M. K., Bondar D. I. "The application of thermal methods of assembling for raising the technology of oil-producing equipment".

The application of induction heating for assembling of units with great strain is examined in the article. The possibility of using of material properties under deformation after the elastic limit is investigated.

Key words: induction heating, strain, elastic limit, technological process.

1. Актуальность проблемы

Применение индукционного нагрева позволяет осуществлять сборку соединений с большими натягами, что в свою очередь, даёт возможность использовать резервы прочности пластичных материалов при деформировании за пределом упругости, устранить дополнительные крепления и разработать более технологичные конструкции, сборка которых может быть автоматизирована.

2. Постановка задачи

В процессе разработки оборудования, автоматизирующего сборку, могут быть предложены различные способы взаимной ориентации зубчатых колес при шевронном раздвоенном исполнении, исключающие необходимость изготовления пазов. Поэтому представляется целесообразным и актуальным исследовать резервы прочности бесшпоночных соединений зубчатых колес с валами при тепловом методе сборки, чтобы натяг при разработке новых технологических процессов был выбран с учётом реальных свойств материалов при температуре деформирования.

3. Основной материал

Рассмотрим возможность использования материалов при деформировании за пределом упругости.

Поскольку при сборке тепловым методом наибольшее деформирование соединяемых деталей происходит при повышенной температуре, экспериментально определили изменение температуры деталей в процессе сформирования соединения. Для этого в соединяемые детали зачеканивали гибкие хромель-копелевые термопары, включенные в схему самопишущего потенциометра. По записи температур определяли размеры деталей и строили кривую изменения зазора-натяга. Сопоставление кривой зазора-натяга с записью потенциометра (рис. 1) показало, что наибольшее деформирование ступицы колеса происходит при температуре 200-250 °С.

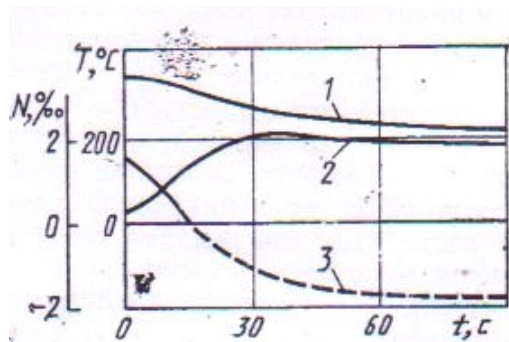


Рис. 1 – Изменения температуры T соединяемых деталей и относительно зазора натягов N во времени t :

- 1 – температура T_1 ступицы;
- 2 – температура T_2 вала;
- 3 – относительный зазор (натяг) N ;
- — — сборочный зазор;
- - - - - теоретический натяг

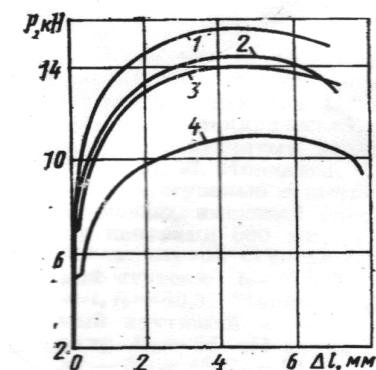


Рис. 2 – Диаграммы растяжения стали 35Л при различных температурах:

- 1 – 350 °С; 2 – 250 °С; 3 – 150 °С;
- 4 – 20 °С

Вследствие равенства коэффициентов линейного расширения материалов соединяемых деталей при дальнейшем их совместном остывании напряженное состояние узла не изменяется.

Для изучения свойств сталей были проведены испытания на растяжение стальных образцов в интервале температур 200-350 °С. Как видно из рис. 2, при нагревании образцов до 250 °С площадка текучести исчезает; с повышением температуры тем же значениям деформаций соответствуют большие напряжения, повышается прочность и снижается пластичность стали; при увеличении температуры более 350 °С прочность снова снижается.

Для выполнения расчетов за пределом упругости полученные экспериментально диаграммы растяжения аппроксимировали степенной функцией

$$\sigma_i = A \varepsilon_i^m,$$

где σ_i , ε_i – интенсивности напряжённой деформации;

A , m – коэффициенты, характеризующие свойства материала на участке упрочнения.

При этом учитывали, что при условии не сжимаемости материала (коэффициент Пуассона $\mu=0,5$) диаграмма деформирования совпадает с диаграммой одноосного растяжения [1]. Для выбора диапазона натягов, в котором минимальное значение обеспечивает передачу соединением заданного крутящего момента с необходимым

запасом прочности, а максимальное не требует нагрева охватываемой детали, для сборки соединений со сборочным запасом $\Delta_{сб}=1,2 \div 1,5\%$ при температуре не более 340 °С были построены зависимости контактного давления p от относительного натяга N . Нагревание ступицы охватываемой детали до более высокой температуры нежелательно, поскольку может привести к

появлению внутренних напряжений, обусловленных градиентом температур. При назначении температурных режимов следует также учитывать, что температура кратковременного нагрева бандажа с закаленными ТВЧ зубьями не должна превышать 200-220°C.

При упругом деформировании удельное давление на поверхности контакта (контактное давление) вычисляли по известной зависимости Ляме–Гадолина [2], которая для случая посадки охватывающей детали на сплошной вал имеет вид

$$p = \frac{NE(k^2 - 1)}{2kk^3} \quad (2)$$

где E – модуль упругости; $k = \frac{d_2 l}{d_k}$ – отношение условного наружного диаметра охватывающей детали d_2 к диаметру сопряжения d_k .

Контактное давление определяли из рекуррентного соотношения.

$$p_{i+1} = \frac{A}{\psi} \left[\frac{N - (1 - \mu) \frac{p_i}{E}}{1 + 3k^2} \right], \quad (3)$$

где $\psi = \frac{1 + 3k^2}{2^{m+1} \int_1^k \left(1 + 3 \frac{k^4}{x^4} \right)^{\frac{m+1}{2}} x dx}$ – вспомогательная функция; $x = \frac{d}{d_k}$;

d – переменный диаметр.

Для удобства выполнения расчетов значения функции ψ были табулированы и представлены в виде графиков (рис. 3). При построении графиков на миллиметровке формата А4 функция ψ графически определяется с точностью до трех знаков, что вполне достаточно для выполнения практических расчетов.

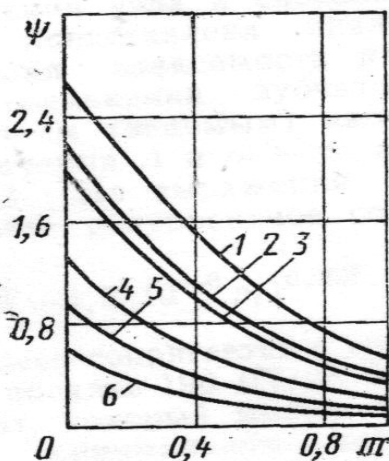


Рис. 3 – Зависимость вспомогательной функции ψ для охватывающей детали от характеристики материала m при различной жесткости: 1) $k=0,4$; 2) $k=1,5$; 3) $k=1,6$; 4) $k=2$; 5) $k=2,5$; 6) $k=4$

Крутящий момент, который может быть передан соединением, определяется по формуле

$$M = 0,5 \pi p d_k^2 l f, \quad (4)$$

где l – длина сопряжения;

f – коэффициент трения при проворачивании (в расчетах принимали $f=0,2$). В данном случае f правильнее назвать коэффициентом сцепления, поскольку при тепловой сборке гребешки микронеровностей не срезаются, как при запрессовке, а внедряются в поверхность менее прочного материала. При этом они упрочняются, деформируясь при повышенной температуре за пределом упругости, в результате чего образуются микропрофиль с новыми прочностными характеристиками, отличными от характеристик основного металла.

Возможность перехода на бесшпоночные

соединения рассмотрим на примере редуктора Ц2НШ-560. Редуктор цилиндрический, двухступенчатый, с зубчатым зацеплением системы М.Л. Новикова, с раздвоенной первой ступенью и шевронной второй ступенью, имеющей расстояние между центрами 560 мм. Передаточные числа: первой ступени $i_2=7,214$; второй ступени $i_2=5,588$; общее $i=i_1=i_2=40,3$. Наибольший допускаемый крутящий момент на ведомом валу $M_3=56$ кН·м, на втором валу – $M_2=M_3=10,02$ кН·м. Момент, нагружающий одно колесо раздвоенной первой ступени, $M'_2=0,5M_2=5,01$ кН·м. Так как нагрузка между колесами может распределяться неравномерно, расчетный момент $M'_{2p}=1,25M_2=6,26$ кН·м.

Колеса сопрягаются с валами по посадке Н7/у8 при наличии шпоночного соединения. Технологию изготовления зубчатых колес и валов и их сборку можно значительно упростить, если обеспечить передачу крутящих моментов только за счет соединений с натягом, собираемых тепловым методом.

Диаметр сопряжения ведомого колеса первой ступени с валом $d_k=132$ мм. Принимаем наружный диаметр ступицы $d_2=195$ мм; $k=\frac{d_2}{d_k} \cong 1,5$. Подставляя указанные значения в формулу (2), получим $p=55,6N$ МПа (здесь N – относительный натяг, ‰).

В расчетах за пределом упругости для стали 35Л при 250 °С принимаем: $A=955$ МПа; $m=0,227$. По графикам при $k=1,5$ и $m=0,227$ находим значение $\psi=1,53$. Так как для упругого деформированного вала $\mu=0,3$, из зависимости (3) получим рабочее рекуррентное соотношение для определения контактного давления [3]:

$$p_{i+1} = 392,14(N - 3,5 \cdot 10^{-6} p_i)^{0,227}. \quad (5)$$

Учитывая низкий предел текучести материала ступицы, расчет начинаем с натяга $N=1,5$ ‰. Принимая в нулевом приближении $p_o=60$ МПа, из соотношения (5) получим $p_1=86,6$ МПа; $p_2=85,15$ МПа; $p_3=85,23$ МПа. Следовательно, искомое значение $p=85,2$ МПа.

Зависимость $p=f(N)$ для соединений зубчатых колес с промежуточным валом редуктора представлена на рис. 4, а. Минимальный натяг принятой посадки $N_{\min}=0,99$ ‰ (130 мкм), максимальный $N_{\max}=1,77$ ‰ (233 мкм). Как видно, при средних и максимальных значениях натяга указанной посадки в ступице следует ожидать появления зоны пластической деформации; справедливая при упругом деформировании прямолинейная зависимость контактного давления от натяга заменяется криволинейной $p_n=f(N)$, давление в контакте с увеличением натяга продолжает возрастать.

Определим температуру нагрева ступицы, необходимую для сборки при максимальном значении натяга со сборочным зазором $\Delta_{сб}=1,5$ ‰:

$$T_{\max} = \frac{N_{\max} + \Delta_{сб}}{\alpha} + T_c \cong 293 \text{ } ^\circ\text{C},$$

где $\alpha=12 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$ – коэффициент линейного расширения;

$T_c = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ – температура окружающей среды.

Нагревание ступицы до 290-300 °С при отсутствии резкого перепада температур по радиусу колеса является допустимым.

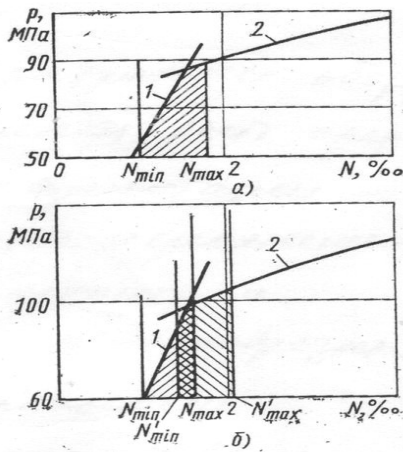


Рис. 4 – Зависимость контактного давления от натяга N в соединениях зубчатых колёс с валами редуктора Ц2НШ-560: а – для колёс первой ступени ($d_k=132$ мм); б – для колёс второй ступени ($d_k=190$ мм); 1 – при упругом деформировании; 2 – при упругопластическом деформировании (заштрихован диапазон натягов)

рекуррентное соотношение

$$P_{i+1} = 449,8 \left(N - 3,5 \cdot 10^{-6} p_i \right)^{0,227}, \quad (6)$$

Ведомое колесо сопрягается с третьим валом по посадке 190 Н7/у8. Крутящий момент, который может быть передан при минимальном натяге, $M_{3\min}=200,5$ кН·м, запас прочности $n_{\min}=M_{3\min}/M_{3p}=3,6$. Требуемая температура нагрева при сборке с максимальным натягом и сборочным зазором $\Delta_{сб}=1,5$ ‰ равна 280 °С.

Запас прочности соединения на проворачивание можно увеличить, сместив диапазон натягов на 0,4 ‰ в сторону их больших значений. В этом случае

$$N'_{\max} = 2,02 \text{ ‰}, \quad N'_{\min} = 1,4 \text{ ‰};$$

при температуре нагрева $T=300$ °С сборочный зазор, при максимальном натяге $\Delta_{сб}=1,34$ ‰ (255 мкм), что позволяет осуществлять сборку. Крутящий момент, который может быть передан при $N'_{\min} = 1,4$ ‰, $M'_{\min} / M_3 = 5$.

Выводы

1) Из расчётов видно, что смещение диапазона натягов посадки 190 Н7/у8 на 0,4 ‰ в сторону больших значений даёт возможность при той же стоимости изготовления получить одинаковые запасы прочности в соединениях второго и третьего валов редуктора. Увеличение запаса прочности выше указанных значений нецелесообразно, поскольку допустимая перезагрузка ограничивается не прочностью сопряжений, а работоспособностью зубчатого зацепления.

При длине сопряжения $l=105$ мм и $f=0,2$ крутящий момент, который может быть передан за счет минимального натяга одним соединением, вычисленный по формуле (4), $M_{2\min} = 31,6$ кН·м. Минимальный запас прочности при проворачивании $n_{\min}=M_{2\min}/M_{2p}=5$. При $f=0,25$ минимальный запас прочности $n_{\min} = 6,3$.

Сопоставим полученные значения с крутящим моментом, который может быть передан шпоночным соединением из расчета прочности на смятие. Глубина врезания шпоночного паза в ступицу $l_l=8$ мм, длина $l_l=100$ мм. Принимаем допускаемое напряжение на смятие $[\sigma_{см}]=150$ МПа. Крутящий момент $M_{кр.ш.} = 0,5 d t_l l_l [\sigma_{см}] = 7,9$ Н·м.

Как видно, наличие шпонки не увеличивает прочности соединения.

На рис. 4, б представлена аналогично полученная зависимость $p=f(N)$ для соединения зубчатого колеса с третьим (ведомым) валом редуктора. Значения A и m – те же; $k=1,6$; $\psi=1,3$. Из выражения (3) получим рабочее

2) Выполнение исследования и практика эксплуатации тепловых соединений, в которых охватываемая деталь деформирована за пределом упругости, позволяют сделать вывод о целесообразности применения больших натягов и возможности устранения шпонок с точки зрения несущей способности соединений по передаваемому крутящему моменту, что значительно уменьшает автоматизации сборочного процесса.

Список использованных источников:

1. Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести : учеб для студентов вузов / Н. Н. Малинин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1975. – 400 с.
2. Расчёты на прочность в машиностроении : в 3 т. Т. 2. Некоторые задачи прикладной теории упругости. Расчеты за пределами упругости. Расчеты на ползучесть / С. Д. Пономарёв, В. Д. Бидерман, К. К. Лихарев [и др.] ; под ред. С. Д. Пономарева. – М. : Машгиз, 1958. – 974 с.
3. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. Т. 3 / В. И. Анурьев. – 8-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2001..

Стаття надійшла до редакції 27 березня 2014 р.

УДК 621.646.001.24:658.26

**ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ПРИ ТЕПЛОВОМ РАСЧЕТЕ
ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ**

©Лазаренко В. И., Альбовский Д. Н.

Украинская инженерно-педагогическая академия

В статье рассматриваются методика тепловых расчетов арматуры численными методами. Определена степень влияния скорости изменения температурной среды на температурное поле фланцевого соединения арматуры.

Ключевые слова: тепловой расчет, граничные условия, трубопроводная арматура.

Лазаренко В. И. Альбовський Д. М. «Граничні умови при тепловому розрахунку трубопровідної арматури».

У статті розглядаються методика теплових розрахунків арматури чисельними методами. Визначено ступінь впливу швидкості зміни температурного середовища на температурне поле фланцевого з'єднання арматури.

Ключові слова: тепловий розрахунок, граничні умови, трубопровідна арматура.

Lazarenko V. I. Albovsky D. N. "The limit conditions in thermal calculations of pipeline armature".

The methods of thermal calculations of armature with numerical methods are examined in the article. The degree of influence of speed change of temperature medium to temperature field of armature flange join is determined.

Key words: thermal calculations, limit conditions, pipeline armature.

1. Актуальность проблемы

Для оценки надёжности трубопроводной арматуры энергетических установок выполняют ее расчёт на прочность с учётом температурных напряжений, достигающих значительных величин при нестационарных тепловых воздействиях.

2. Постановка задачи

Необходимо определить степень влияния скорости изменения температуры среды на температурное поле фланцевого соединения арматуры.

3. Основной материал

Температурные напряжения определяют на основании расчета температурных полей корпуса и фланцевого соединения арматуры, точность которого зависит от точности задания граничных условий со стороны рабочей среды.

При проведении тепловых расчетов арматуры численными методами задают граничные условия, основными параметрами которых являются температура рабочей среды t_c скорость b изменения температуры рабочей среды и коэффициент теплоотдачи α . Величина t_c и скорость b_n ее изменения в проточной части арматуры указаны в техническом задании на тепловые расчеты. Но при расчете корпуса фланцевого соединения необходимо знать скорость b_c изменения температуры среды в горловине арматуры, т. е. в зоне непосредственно примыкающей к фланцевому соединению. Эту скорость, как правило, принимают равной скорости изменения температуры среды в проточной части.

Использованы численный метод конечных разностей и экспериментальное исследования макета запорного клапана $D_y = 50$ мм (рис. 1), у которого зазор между золотником и стенкой горловины составляет 0,2–0,6 мм, т. е. находится в пределах допуска ходовой посадки. Клапан

испытан в динамическом режиме: в холодное изделие с температурой 10–20 °С подавалась горячая среда – вода с температурой 260 °С (расход $G=11$ т/ч; давление $p=10$ МПа). Температуру среды в проточной части (в сечении D–D) и в горловине (в сечении C–C) измеряли хромель-копелевым термомпарами, а температуру стенки в сечениях А–А, В–В (нижний фланец) и С–С (горловина) – хромель-алюминиевыми термомпарами.

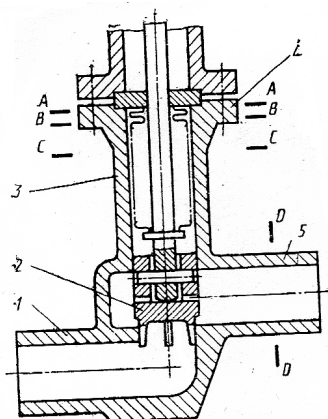


Рис. 1 – Макет запорного клапана:

- 1 – входной патрубок;
2 – золотник; 3 – горловина корпуса; 4 – нижний фланец; 5 – выходной патрубок

Как показали эксперименты, скорость изменения температуры рабочей среды в проточной части в первую секунду эксперимента составляет 220 °С. В горловине сначала скорость изменения температуры среды составляет $b_c=5\div3$ °С/с, а затем уменьшается до 0,2 °С/с (на пятой минуте).

Расчеты температурного поля фланцевого соединения были выполнены методом конечных разностей при $b_t=220$; 5 и 3 °С/с [1, 2]. На рис. 2 приведены экспериментальные и расчетные зависимости температуры стенки горловины от времени в сечении С–С. В сечениях А–А и В–В получена аналогичная картина. Сравнение расчетных и экспериментальных температур в указанных сечениях показывает, что расчет, выполненный при $b_c=b_n=b=220$ °С/с приводит к завышению в переходном режиме температуры внутренней поверхности нижнего фланца и верхней части горловины на 50–140 %, в то время как при $b_c=5$ °С/с отклонение расчетных температур от экспериментальных составляет +20 %, а при $b_c=3$ °С/с не превышает ± 10 %. Завышение температуры внутренней поверхности в переходном режиме приводит к завышению максимальных перепадов температур по толщине стенки, а следовательно, и к неоправданному завышению расчетных температурных напряжений.

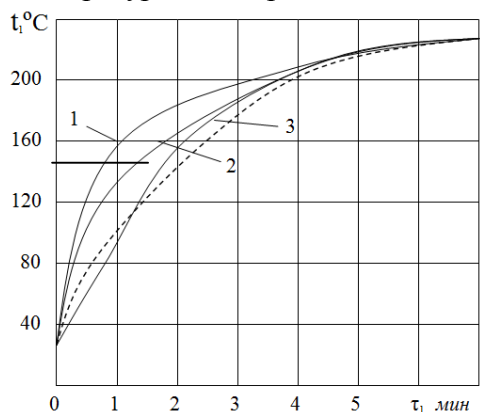


Рис. 2 – Изменение температуры t стенки горловины корпуса в сечении С–С в динамическом режиме работы клапана:

- – экспериментальное;
— – расчетное;
1 – при $b=220$ °С/с; 2 – при $b=5$ °С/с;
3 – при $b=3$ °С/с

Выводы

- 1) При тепловом расчете конструкций подобных исследуемой, скорость изменения температуры среды в горловине можно поднимать из соотношения $b_c/b_n=0,014\div0,02$.
- 2) При других условиях на входе в горловину необходимо проводить дополнительные расчетные и экспериментальные исследования [3].

Список использованных источников:

1. Расчет температурных полей узлов энергетических установок / А. И. Исаев, И. Г. Киселев [и др.]. – Л. : Машиностроение, 1978. – 192 с.
2. СТП 07.8.593–84. Методика теплового расчета фланцевых соединений трубопроводной арматуры. – Л., 1984. – 58 с.
3. Исследования теплового состояния запорного клапана в динамическом режиме / Н. С. Тхоржевская, В. В. Буров, В. В. Никитин // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1986. – № 8. – С. 12–13.

Стаття надійшла до редакції 31 березня 2014 р.

УДК 621.92

**ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ
НА ПРОЧНОСТЬ СОПРЯЖЕНИЯ С НАТЯГОМ**

©Малицкий И. Ф., Чернятина Е. В.

Украинская инженерно-педагогическая академия

В статье рассматривается вопрос прочности на осевой сдвиг сопряжений с гарантированным натягом в зависимости от способа обработки сопрягаемых поверхностей и их шероховатости. Приведены результаты лабораторных исследований по результатам, которых даны рекомендации по выбору метода обработки сборочных поверхностей в зависимости от типа производства и способа сборки.

Ключевые слова: шероховатость, натяг, соединение, сопрягаемые поверхности.

Малицький І. Ф., Чернятина О. В. «Вплив шорсткості та засобу обробки на міцність сполучення з натягом».

В статті розглядається питання міцності на осьовий зсув сполучення з гарантованим натягом в залежності від способу обробки поверхонь які сполучаються, а також від їх шорсткості. Приведені результати лабораторних іспитів по результатам яких приведені рекомендації по вибору метода обробки складальних поверхонь в залежності від типу виробництва і засобу сполучення.

Ключові слова: шорсткість, натяг, з'єднання, сполучні поверхні.

Malickiy I. F, Chernytina E. V. "Influence of surface roughness and strength processing method pairing with interference".

The article discusses the strength of the axial shear conjugations with guaranteed interference depending on the method of processing the mating surfaces and their roughness. In this article we could see the results of laboratory tests and their findings, which tribute guidelines for choosing a method of processing the surfaces of assembly, depending on the type of production and assembly method.

Key words: roughness, interference, joining, joint surfaces.

1. Постановка проблемы

В современном машиностроении широко применяются неподвижные соединения с гарантированным натягом, которые не требуют дополнительных деталей для их скрепления. Для формирования колесных пар железнодорожного подвижного состава в основном применяется запрессовка колеса на ось.

Увеличение скоростей движения и грузоподъемности вагонов приводит к увеличению нагрузок, действующих на колесную пару. При прохождении состава по стыкам, крестовинам, при вписывании в кривые участки пути возникают ударные и центробежные нагрузки, действующие на колеса колесной пары. Что может привести к сдвигу колеса с оси и, естественно, к аварии. Таким образом, существующая технология сборки колесных пар подвижного состава железнодорожного транспорта сдерживает увеличение скоростей движения и его грузоподъемность.

Несущая способность посадки с гарантированным натягом на осевой сдвиг и проворачивание зависит от многих факторов: шероховатости поверхностей сопрягаемых деталей, характера их обработки, погрешности формы поверхностей, промежуточной среды, технологии сборки. Влияние этих факторов на прочность посадок с гарантированным натягом посвящены многие работы и все же не все вопросы изучены в достаточной мере. Это объясняется, что на прочность сопряжения влияет много трудно учитываемых факторов.

Прочность соединения осуществленного путем термовоздействия (нагрева охватывающей детали) значительно выше прочности соединения осуществленного запрессовкой втулки на вал.

Так как сборка ведется с монтажным зазором 0,1 – 0,2 мм, то поверхности сопрягаемых деталей не повреждаются, как при запрессовке. При остывании собранных деталей до температуры окружающей среды происходит взаимное внедрение шероховатостей посадочных поверхностей колеса и оси. Этим можно объяснить увеличение прочности соединений осуществленных сборкой с термовоздействием в 2–2,5 раза и больше по сравнению со сборкой осуществленной запрессовкой колеса на ось.

2. Цель исследований

Целью исследований является установление влияния методов обработки и шероховатости сопрягаемых деталей на прочность соединений с гарантированным натягом, осуществленных с термовоздействием. Эти факторы имеют большое практическое значение для разработки технологического процесса обработки сопрягаемых поверхностей и их сборки. Решение этих задач имеет большое значение для осуществления сборки с термовоздействием для формирования колесных пар рельсового транспорта.

3. Изложение основного материала

Исследование влияния прочности соединений на осевой сдвиг при различных методах обработки и шероховатости, обработанных поверхностях проводились на соединениях с номинальным посадочным диаметром 70 мм.

Исследованию подвергались образцы, охватываемая поверхность которых протачивалась, шлифовалась, а также накатывалась с последующим точением или шлифованием. Охватываемая поверхность подвергалась расточке и протягиванию. Сопряжения проводились путем нагрева охватываемой детали. Для сравнения контрольные образцы собирались запрессовкой, при этом поверхности, охватываемые и охватывающие, обрабатывались точением. Прочность посадок определялась путем приложения усилия распрессовки до срыва, т.е. определялась сила трения покоя. Перед сборкой у сопрягаемых поверхностей измерялась шероховатость на профилографе. После срыва образцы разбирались с помощью нагрева охватывающей детали в индукционной печи, что обеспечивало сохранность сопрягаемых поверхностей. После разборки производилось повторное профилографирование для установления величины среза микронеровностей.

На рис. 1 график прочности на осевой сдвиг посадок с различной обработкой посадочных поверхностей при одинаковой величине шероховатости для всех вариантов. Для охватываемых

поверхностей (валов) $R_a=3,5-4$ мкм; $R_z=16-17$ мкм для охватываемых поверхностей (втулок) $R_a=4-5$ мкм; $R_z=17-20$ мкм. Как видно из графика, наибольшей прочностью на осевой сдвиг обладают образцы с точеными поверхностями собранные как запрессовкой, так и с нагревом охватывающей детали – втулки. Но с той разницей что сопряжение с нагревом втулки выше прессового соединения. Если принять прочность прессового сопряжения за 100 % то прочность сопряжения полученного нагревом втулки будет составлять 225 %. При сборке втулки со шлифованным валом прочность снижается до 195 %. Накатка посадочной поверхности повышает усталостную прочность но снижает прочность на осевой сдвиг.

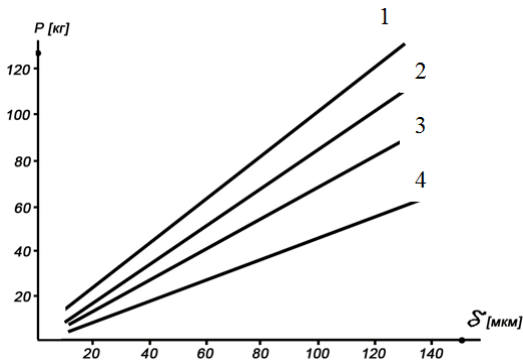


Рис. 1 – График зависимости прочности сопряжения вала со втулкой от натяга:

- 1 – вал проточен, втулка расточена;
- 2 – вал шлифован, втулка расточена;
- 3 – вал накатан и шлифован, втулка расточена;
- 1, 2, 3 – пары собраны путем нагрева втулки;
- 4 – пара собранная запрессовкой

детали–втулки объясняется следующим.

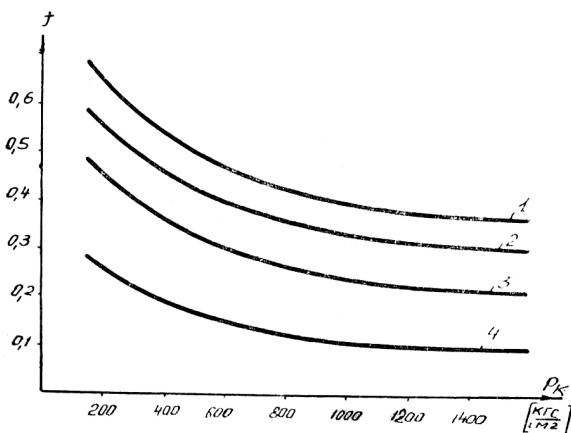


Рис. 2 – График зависимости коэффициента трения от контактного давления:

- 1 – вал проточен, втулка расточена; 2 – вал шлифован, втулка расточена; 3 – вал накатан и шлифован, втулка расточена;
- 1, 2, 3 – пары собраны путем нагрева втулки; 4 – пара собранная запрессовкой;
- вал проточен, втулка расточена

Вариант сборки с протянутой охватываемой поверхностью является наиболее целесообразным с точки зрения экономичности в серийном и массовом производстве, однако при сборке с запрессовкой прочность на осевой сдвиг снижается на 50 % и, следовательно, не обеспечивает сопротивление эксплуатационным нагрузкам и поэтому не применяется для ответственных узлов машин. Для сопряжений с осуществленным нагревом охватывающей детали протягивание отверстий допустимо, т.к. прочность сопряжения достаточная и в 1,5 раза выше наиболее прочного прессового сопряжения.

Прочность сопряжений вала со втулкой осуществленных нагревом охватывающей

На рис. 2 изображен график зависимости коэффициента трения (сцепления) f от контактного давления P_K при различных методах обработки. При запрессовке наблюдается полусухое трение, так как выступы срезаются и сминаются последовательно один за другим на обеих, охватываемой и охватывающей, поверхностях. После запрессовки контакт поверхностей происходит по отдельным площадкам, по которым произошел срез (рис. 3, б).

По этим же площадкам происходит полусухое трение и, следовательно, коэффициент трения находится в пределах коэффициента определенной области полусухого трения.

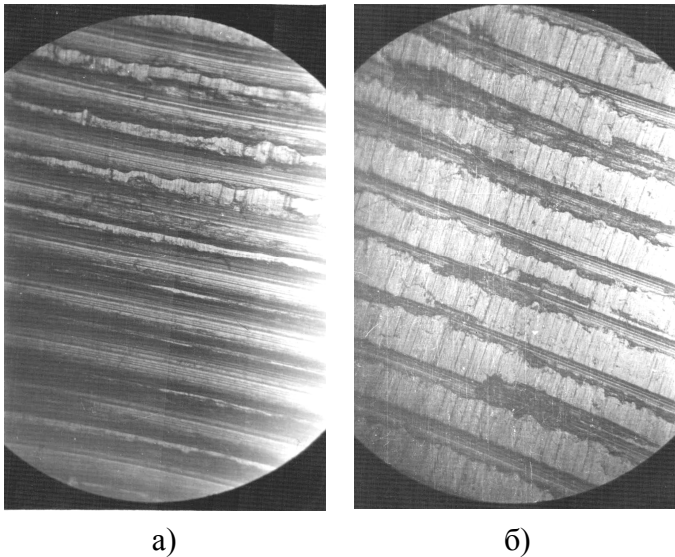


Рис. 3 – Микронеровности поверхности вала:
а) – до запрессовки; б) – после запрессовки

Сборке с нагревом охватывающей детали – втулки, осуществляется с монтажным зазором и сопрягаемые поверхности не повреждаются. При выравнивании температур сборочной единицы происходит взаимное внедрение неровностей поверхностей обеих деталей. Выступы поверхности вала входят во впадины поверхности втулки и наоборот. При распрессовки собранной пары происходит одновременный срез неровностей вошедших в зацепление, вследствие чего такой способ сборки обладает высокой

прочностью на осевой сдвиг. Коэффициент трения при минимальных натягах составляет $f = 0,6 - 0,7$, а при средних натягах $f = 0,4 - 0,5$. Сопряжение осуществленное запрессовкой коэффициент трения колеблется в пределах $0,15 - 0,30$. с увеличением контактного давления, которое зависит от натяга коэффициент трения уменьшается по гиперболической зависимости, т.к. он определяется отношением силы трения к нормальному давлению.. Увеличение нормального давления дает значительно меньший эффект взаимного внедрения, а следовательно среза и смятия микронеровностей при увеличении контактного давления до $800 - 1000 \text{ кг/см}^2$ неровности внедряются все менее активно. При контактном давлении свыше 1500 кг/см^2 сила трения и контактное давление растут практически пропорционально и коэффициент трения практически не меняется, т.к. взаимное внедрение неровностей не увеличивается. Такое же явление происходит и при прессовой сборке, только оно меньше выражено.

Прочность соединения зависит так же от формы и от шага микронеровностей. Влияние шероховатости точеных деталей на осевую прочность показано на (рис. 4).

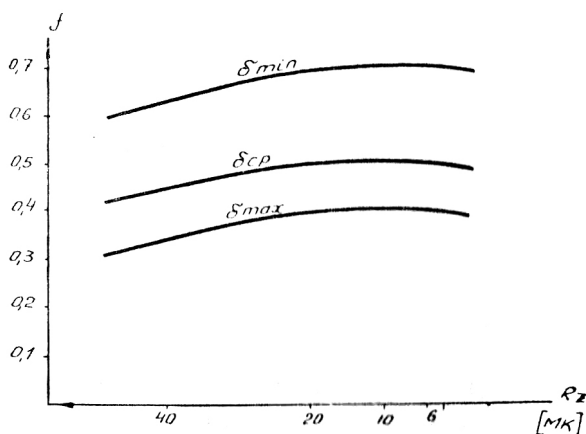


Рис. 4 – График влияния шероховатости точеных деталей на осевую прочность

Установлено, что наибольшей прочностью на осевой сдвиг детали, обработанные с шероховатостью $R_z = 10 - 6 \text{ мкм}$ это объясняется тем, что высокие шероховатостям с большим шагом внедряются значительно хуже, т.к. меньшая вероятность попадания выступов во впадины. С уменьшением высоты шероховатостей число их растет, и вероятность зацепления увеличивается. Уменьшение высоты шероховатостей число их растет, и вероятность их зацепления увеличивается. При дальнейшем

уменьшении высоты микронеровностей свыше $R_z=10-6$ мкм обработка ведется абразивным инструментом, при которой образуются нестрого направленные риски с большим их количеством. Вследствие этого вероятность взаимного внедрения уменьшается, отчего и осевая прочность на сдвиг уменьшается, что подтверждается уменьшением коэффициента трения.

Выводы

- Наибольшей прочностью на осевой сдвиг обладают точеные поверхности сопрягаемых деталей собранных с термовоздействием с шероховатостью в пределах $R_z=10-6$ мкм
- Сопряжения, с протянутой охватывающей деталью и шлифованной охватываемой деталью, собранные с нагревом охватывающей детали, превышают прочность прессового соединения с точеными поверхностями в 1,5 раза и могут быть рекомендованы как наиболее экономичные варианты в серийном и массовом производстве

Список использованных источников:

1. Андреев Г. Я. Тепловая сборка колесных пар / Г. Я. Андреев. – Харьков, изд-во ХГУ, 1965. – 227 с.
2. Ткачук З. Г. Определение контактных давлений в соединении полый оси со ступицей колеса / З. Г. Ткачук, И. Ф. Малицкий, А. А. Алехин // Детали и узлы машин. – К.: Техника, 1975. – С. 54–59.

Стаття надійшла до редакції 3 березня 2014 р.

УДК 331.45

ОЦІНКА ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ У МАШИНОБУДУВАННІ НА ПРИКЛАДІ РОБОЧОГО МІСЦЯ ВЕРСТАТНИКА

©Смирнитська М. Б.

Українська інженерно-педагогічна академія

Систематизовані існуючі кількісні і якісні методи оцінки виробничих ризиків. Пропонується рішення задачі одержання оцінки виробничого ризику робочого місця верстатника шляхом комплексного застосовування декількох методів оцінки.

Ключові слова: охорона праці, машинобудування, виробничий травматизм, ймовірність, виробничий ризик, кількісна оцінка ризику, якісна оцінка ризику, метод оцінки ризику.

Смирнитская М. Б. «Оценка производственных рисков в машиностроении на примере рабочего места станочника».

Систематизированы существующие количественные и качественные методы оценки производственных рисков. Предложено решение задачи получения оценки производственного риска рабочего места станочника путем комплексного использования нескольких методов оценки.

Ключевые слова: охрана труда, машиностроение, производственный травматизм, вероятность, производственный риск, количественная оценка риска, качественная оценка риска, метод оценки риска.

Smyrnytska M. B. “Assessment of mechanical risk in the machine industry by example of the machine operator’s workplace”.

Existing quantitative and qualitative mechanical risk assessments systematized. A solution of the problem of mechanical risk assessment realization for machine operator’s workplace is proposed. It’s based on the multipurpose use several methods of risk assessment and reciprocal conversion of the results.

Key words: labor safety, machine industry, occupational accidents, probability, mechanical risk, quantitative risk assessment, qualitative risk assessment, method of risk assessment.

1. Постановка проблеми

Виробничий травматизм – це складне соціальне явище. Причини виробничого травматизму багатогранні та взаємозалежні як з виробничим обладнанням, яке удосконалюється і оновлюється, так і із психофізіологічними характеристиками працівника, а також його фізичним і психологічним станом у даний конкретний момент. Науково-технічний прогрес у верстатобудуванні вимагає постійної уваги до питання безпеки праці в процесі проектування верстатів і при організації роботи на них. Серед найбільш травмонебезпечних галузей економіки та видів робіт технологічний процес оброблення металу займає четверте місце. Згідно аналізу страхових нещасних випадків на виробництві та профзахворювань за

2013 рік, який наводиться Фондом соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України на його офіційному сайті, серед причин нещасних випадків переважають організаційні – 68 %. Технічні причини складають 12 %, а психофізіологічні – 20 % від загальної кількості нещасних випадків на виробництві.

У свою чергу, найпоширенішою організаційною причиною є невиконання вимог інструкцій з охорони праці – 38 % від загальної кількості травмованих осіб по Україні. На другому місці – невиконання посадових обов’язків – 8,9 %. Серед психофізіологічних причин найпоширеніша, це – особиста необережність потерпілого – 13,3 %, яка має очевидне «організаційне» походження.

Як представники професій з особливо високими коефіцієнтами частоти травматизму, у машинобудуванні виділяються штампувальники, свердлувальники, токарі (коефіцієнт частоти від 32 до 13,7 на 100 працюючих за рік). Особливо високі показники травматизму серед обрубників і токарів пояснюються високою питомою вагою очного травматизму, який, незважаючи на тенденцію до зниження за останні 10 років, усе ще займає досить значне місце в машинобудівній промисловості.

З наведених даних видно — найчастішою причиною отримання травми верстатником є той факт, що він не пам’ятає інформації, наведеної в інструкції з охорони праці. Можна запропонувати два незалежних шляхи щодо покращення такої ситуації, це, по-перше, більш якісне проведення інструктажів з, водночас, більш жорстким контролем з боку вищестоящої адміністрації та, по-друге, забезпечення працівника короткою пам’яткою з оцінкою виробничого ризику на його робочому місці. Така пам’ятка повинна бути простою та зрозумілою робітникові, а метод аналізу ризику — об’єктивним та мало затратним.

2. Аналіз останніх досягнень та публікацій

Аналіз ризику може бути виконаний якісними або кількісними методами. Якісний аналіз виконують, як правило, коли відсутні необхідні дані або їх дуже мало. Кількісний аналіз, навпаки, застосовують, коли є велика кількість необхідних даних.

Найбільш простим способом якісного попереднього аналізу є застосування діаграм у вигляді матриць ризику в системі координат «Імовірність події – Наслідки події» [1, 2]. При складанні матриці ризику ймовірність і наслідки небажаної або небезпечної події умовно розділяються на категорії, кожна з яких характеризується, якісними характеристиками. Величина ризику визначається як добуток імовірності події на його наслідки:

$$R = P \cdot S,$$

де R – величина ризику, P – ймовірність настання небажаної події (ймовірність реалізація ризику), S – наслідки прояву небажаної події.

В розвинених країнах має досить широке застосування прямий метод оцінки ризиків на основі матриці «Ймовірність – Збиток» [3]. Цей метод заснований на визначенні для кожної ситуації ймовірності її настання і відповідного до цієї ситуації потенційного збитку. Недоліком методу є цілковита суб’єктивність результату, який залежить від оцінки експерта.

Застосування вербальних функцій при оцінці ймовірностей подій і їх наслідків дозволяє виключити суб’єктивність в оцінці ризику. Метод вербальних функцій [4] заснований на тому,

що кожному кількісному значенню ймовірності настання події зіставляється вербальний опис визначеної ситуації. Але цей метод вимагає чималої попередньої роботи і високої кваліфікації тих, хто складає вербальні описи різних ситуацій. Також до недоліків слід віднести відсутність в оцінці ризику складової, яка враховує частоту передбачуваної події.

Найбільш доступним виглядає метод оцінки ризиків на основі оцінки ступеню виконання вимог безпеки, які відображені в нормативно-правових актах з охорони праці [5]. Цей метод оснований на припущенні, що у випадку виконання усіх встановлених вимог безпеки, ризик на робочім місці відсутній. Таке припущення вступає у протиріччя з аксіомою про відсутність існування абсолютної безпеки й обов'язкову наявність залишкового ризику, що значно звужує область використання методу. Він підходить як допоміжний або попередній метод аналізу ризику.

Система Елмері є найпростішим непрямим методом кількісної оцінки ризиків і дозволяє планувати конкретні заходи щодо охорони праці для усунення виявлених невідповідностей [6]. Метод (система) Елмері кількісної пропонує виконувати оцінку виробничих ризиків по індексу безпеки, який виражений у відсотковому відношенні від 0 % до 100 %:

$$\text{ІндексЕлмері} = \frac{\text{пункти "добре"}}{\text{пункти "добре"} + \text{пункти "погано"}} \cdot 100 \%,$$

де пункти «добре» – це фактори, які відповідають вимогам безпеки праці, пункти «погано», відповідно, не відповідають вимогам безпеки праці.

Недоліком системи Елмері є те, що по ній всі фактори, які впливають на безпеку праці, приймаються рівнозначними, хоча по ступеню ризику такими не являються. Таким чином, метод Елмері не виявляє і не ідентифікує наявний ризик для здоров'я та життя працівника, але він виявляє невідповідність робочого місця вимогам охорони праці.

Метод індексу ОВР [6, 7] є удосконаленням методу індексу Елмері. Показник ризику також виражається у % у вигляді відношення «відповідає/не відповідає». Однак невідповідності класифікуються по трьом категоріям: О – обов'язкові вимоги; В – важливі вимоги; Р – рекомендації. Виконання кожного з пунктів О, В, Р на обстежуваному робочому місці оцінюється, відповідно в балах (3, 2 і 1). Вимога, що перевіряється, визнається «такою, що відповідає», якщо не потрібне проведення яких-небудь заходів для поліпшення стану робочого місця, «такою, що не відповідає», якщо вона хоча б частково не відповідає встановленим вимогам до даного робочого місця. Кожному запису «така, що відповідає» присвоюється бал (1, 2 або 3) залежно від категорії вимоги (ОВР). Потім проводиться підрахунок балів і виводиться індекс ОВР, який характеризує рівень безпеки. Запису «така, що не відповідає» присвоюється бал «0».

$$\text{ІндексОВР} = \frac{\text{"такі, що відповідають"} ("O" \cdot 3 + "B" \cdot 2 + "P" \cdot 1)}{\text{Всі ("O" \cdot 3 + "B" \cdot 2 + "P" \cdot 1)}} \cdot 100 \%.$$

Метод індексу ОВР ґрунтується на тому, що можливі небезпеки враховані в нормативних вимогах охорони праці, він не виявляє і не ідентифікує реальні небезпеки на робочому місці, але, порівняно з методом Елмері, дозволяє більш точно оцінити дійсний рівень ризиків.

За результатами аналізу слід відзначити відсутність єдиної методики, яка була б доступна як інженеру так і керівникові нижчої ланки управління та давала б реальний результат. У

розглянутих методиках оцінки ризику носять формальний та умовний характер. Найбільш раціональним напрямком удосконалювання методики оцінки ризиків видиться встановлення причинно-наслідкового зв'язку між недотриманням вимог безпеки та їх можливими наслідками з метою формування можливості інформування працівника не тільки про виявлені невідповідності нормативним вимогам, але й пов'язані з ними потенційні ризики для життя і здоров'я.

3. Опис дослідження

Оцінка ризику не може бути тільки якісною або тільки кількісною. Вона повинна бути такою, щоб кількісному значенню ризику в будь-який момент можна було зіставити якісне значення й навпаки. Згідно із Законом України «Про охорону праці», обов'язком як роботодавця, так і інженера з охорони праці, а також начальника цеху, інженера виробництва, бригадира, майстри дільниці і самого верстатника є активна участь у процесі досягнення безпечних і нешкідливих умов праці. Отже, кожному з вищесказаних учасників технологічного процесу необхідна оцінка ризику. Для працівника, що виконує обробку деталі на металорізальному верстаті, така оцінка повинна бути простою, наочною і зрозумілою, вона повинна спонукувати його бути більш уважним, зосередженим і зібраним на роботі під час виконання конкретних робочих операцій. Для керівника середньої та вищої ланки, вона повинна бути кількісною, тому що вся діяльність зі зниження ризику (рівень заробітної плати, надбавка за ризик і т. ін.) вимагає матеріальних витрат. Тоді, при наявності одних і тих самих вихідних даних – карти атестації робочого місця, виду виконуваної роботи та факторів виробничого середовища, розрахований ризик повинен бути представлений у двох формах – кількісної і якісної і повинна бути форма конвертації (зіставлення), яка доступна всім категоріям персоналу.

Будемо вважати, що об'єктом оцінки виробничих ризиків, який розглядається, є робоче місце токаря, де на працівника можуть впливати різні виробничі фактори.

У дослідженні були використані дані атестації умов праці робочого місця токаря п'яти дільниць трьох підприємств м. Харкова — РМ1, РМ2, РМ3, РМ4, РМ5 (табл. 1).

Таблиця 1 – Інформація з атестації робочого місця токаря

Позначення робочого місця	Тип токарно-гвинторізного верстата	Результати атестації		
		по факторах виробничого середовища і трудового процесу	по травмобезпеці	по забезпеченості засобами індивідуального захисту (ЗІЗ)
РМ1	16K20	клас 3.2 (шкідливий, 2-ого ступеню)	клас 2 (припустимий)	робоче місце не відповідає вимогам забезпеченості ЗІЗ
РМ2	16B20	клас 3.1 (шкідливий, 1-ого ступеню)	клас 2 (припустимий)	робоче місце не відповідає вимогам забезпеченості ЗІЗ
РМ3	1B625M	клас 2 (припустимий)	клас 2 (припустимий)	робоче місце відповідає вимогам забезпеченості ЗІЗ
РМ4	1B62Г	клас 3.2 (шкідливий, 2-ого ступеню)	клас 2 (припустимий)	робоче місце відповідає вимогам забезпеченості ЗІЗ
РМ5	ПУ16K20	клас 3.2 (шкідливий, 2-ого ступеню)	клас 2 (припустимий)	робоче місце відповідає вимогам забезпеченості ЗІЗ

Був проведений аналіз стану робочих місць за матеріалами їх атестації (карти умов праці, протоколів виміру факторів виробничого середовища), а також по документації з охорони праці, що діє на підприємствах та має пряме відношення до розглянутого робочого місця (інструкція з охорони праці для робочого місця токаря, інструкція з безпечної роботи на токарно-гвинторізному верстаті та ін.). За результатами аналізу зроблена кількісна оцінка ризику прямим методом на основі матриці «Імовірність - Збиток» і непрямим за допомогою індексу ОВР (табл.2).

Таблиця 2 – Кількісні оцінки (прямі і непрямі) виробничого ризику для робочого місця токаря

Позначення робочого місця	Оцінка ризику згідно	
	матриці «Імовірність - Збиток»	індексу ОВР, %
PM1	0,5	62
PM2	0,5	65
PM3	0,5	83
PM4	0,5	69
PM5	0,5	76

Для одержання якісної оцінки ризику був застосований метод побудови матриці ризику в системі координат «Імовірність події - Наслідки події». Вихідними даними для визначення якісної оцінки були кваліфікаційна характеристика професії, статистика травматизму для розглянутого робочого місця за п'ять років по кожному із трьох підприємств, а також ступінь небезпеки верстата. Вибір зазначених факторів для проведення оцінки був зроблений виходячи з положення, що небезпеку травмування токаря можна звести до мінімуму, якщо виключити наявність небезпечної зони в оперативній зоні працівника, і виключити передумови у працівника-верстатника до порушення координації рухів.

Для оцінки ступеня небезпеки верстатів (токарно-гвинторізні верстати моделей 16K20, ПУ16K20, 1B625M, 1B62Г, 16B20) була прийнята бальна система, що враховує кількість небезпечних зон, ступінь небезпеки в кожній зоні, максимальну швидкість різання (частоту обертання), передбачену конструктором, і прогноз пилової небезпеки при обробці крихких металів. За базову модель для експертної оцінки ступеня небезпеки перелічених вище верстатів був прийнятий верстат 16K20 — 10 балів. Розподіл балів між моделями верстатів був прийнятий наступний: 16K20 – 10 балів, ПУ16K20 – 4 бала, 1B625M – 8 балів, 1B62Г- 6 балів, 16B20 – 6 балів.

Результати оцінки ризику якісним методом показані в табл. 3.

Таблиця 3 – Якісні оцінки виробничого ризику для робочого місця токаря

Позначення робочого місця	Оцінка ризику для діючого виробничого фактора:						
	різальний інструмент	приводні і передавальні механізми	стружка, що відлітає, і пил	пристосування для закріплення оброблюваного виробу	заготовки та готові вироби	рушійні частини верстатів	електричний струм
PM1	CP	CP	BP	HP	HP	HP	HP
PM2	CP	HP	BP	HP	CP	HP	HP
PM3	HP	HP	CP	HP	HP	CP	ДНР
PM4	CP	HP	CP	CP	CP	HP	HP
PM5	BP	CP	CP	HP	HP	HP	ДНР

У табл. 3 використані позначення: ДНР — дуже низький ризик; НР — низький ризик; СР — середній ризик; ВР — високий ризик.

На основі порівняння підходів у методах, використовуваних для оцінки виробничого ризику на робочому місці токаря була встановлена відповідність між кількісними і якісними параметрами оцінки ризику, результати якої представлені на рис. 1.

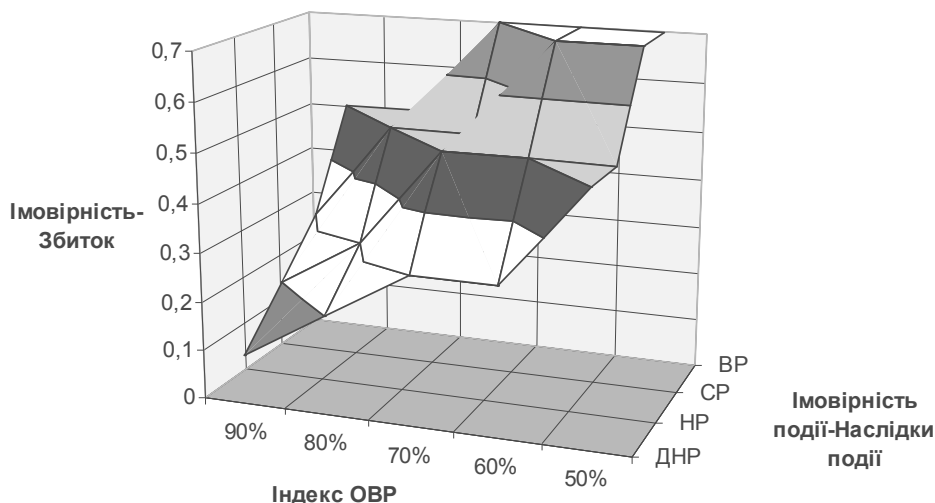


Рис. 1 – Графік зіставлення кількісних і якісних оцінок виробничого ризику для робочого місця токаря

Висновки з даного дослідження

Оскільки на сьогоднішній день не запропонований стандартизований метод оцінки виробничих ризиків і підприємство має право власноруч вибирати або розробляти спосіб оцінки ризику, запропонований підхід комплексного використання декількох існуючих методів оцінки ризику дозволяє досить легко одержати комплексну (кількісну і якісну) оцінку ризику для конкретного робочого місця. Цікавим напрямком подальшого дослідження бачиться пошук оптимального рішення з метою одержання аналогічної комплексної оцінки ризику для підприємства в цілому.

Список використаних джерел:

1. Risk Management - A Practical Guide II / J. P. Morgan. – Reuters RiskMetrics, LLC, 1998. – www.bis.org.
2. ГОСТ Р 51901.4-2005 (МЭК 62198:2001). Менеджмент риска. Руководство по применению при проектировании.
3. Crouhy M. Risk Management / M. Crouhy, D. Galai, R. Mark. – N.Y. : McGraw Hill, 2001.
4. Ефремова О. С. Профессиональный риск. Оценка и определение: Практическое пособие / О. С. Ефремова. — М.: Альфа-Пресс, 2010. — 336 с.
5. Човушян Э. О. Управление риском и устойчивое развитие / Э. О. Човушян, М. А. Сидоров. — М.: Изд-во РЭА им. Г. В. Плеханова, 1999. — 528 с.
6. Ветров В. В. Новые подходы к оценке профессионального риска в производственной сфере России / В. В. Ветров, И. В. Панферова, А. Г. Хрупачев // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. — 1999. — № 4. — С. 32–56.
7. Шевчук Г. Социальная защита пострадавших на производстве. Причины производственного травматизма. Методы анализа причин / Г. Шевчук // Библиотека инженера по охране труда. —2010. — № 1. — С. 3–11.

Стаття надійшла до редакції 22 квітня 2014 р.

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА

©Собчак А. П., Алёшина Е. С.

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»

Рассматривается подход, позволяющий использовать интеллектуальные системы с применением поведенческого анализа результатов. Анализируются модели, которые обладают достаточной гибкостью, характеризуются наличием различных ограничений. Выделяются главные подходы к моделированию поведения. При помощи поведенческого анализа результатов интеллектуальная система является актуальной задачей, представляющей научный интерес.

Ключевые слова: информационные технологии, поведенческий анализ, компилятор, интеллектуальные системы.

Собчак А. П., Альошина О. С. «Розробка методу побудови інтелектуальної системи із застосуванням поведінкового аналізатора».

Розглядається підхід, що дозволяє використовувати інтелектуальні системи з застосуванням поведінкового аналізу результатів. Аналізуються моделі, які володіють достатньою гнучкістю, характеризуються наявністю різних обмежень. Виділяються головні підходи до моделювання поведінки. За допомогою поведінкового аналізу результатів інтелектуальна система є актуальним завданням, що представляє науковий інтерес.

Ключові слова: інформаційні технології, поведінковий аналіз, компілятор, інтелектуальні системи.

Sobchak A. P, Alyoshina E. S. “Development of a method for constructing intelligent system using behavioral analyzer”.

The approach allows to use intelligent systems using behavioral analysis results. Analyzed models which have sufficient flexibility characterized by different constraints. Stresses the main approaches to modeling behavior. From a behavioral analysis of the results an intelligent system is an important task of scientific interest.

Key words: information technology, behavioral analysis, the compiler, intelligent systems.

1. Актуальность исследования

Развитие информационных технологий предполагает наличие большого количества программно-аппаратных комплексов и платформ для эффективного управления и сопровождения производства, а также наличие промышленно функционирующих баз данных и хранилищ знаний большого объема, содержащих информацию по всем направлениям деятельности общества, наличие технологий, обеспечивающих интерактивный доступ любого пользователя к информации и ресурсам.

2. Постановка задачи

Каждая команда языка высокого уровня обычно соответствует сразу нескольким машинным командам. В связи с этим ставится задача для различных ЭВМ. Можно использовать один абстрактный, т.е. не встроенный в определенный процессор, язык высокого уровня. Для программ, написанных на языках высокого уровня, требуются более сложные транслирующие программы, называемые компиляторами.

Компилятор – это программа, которая считывает текст программы, написанной на одном языке – исходном, и транслирует (переводит) его в эквивалентный текст на другом языке – целевом. Одним из важных моментов трансляции является сообщение пользователю о наличии ошибок и исходной программе.

На первый взгляд, разнообразие компиляторов потрясает. Используются тысячи исходных языков, от традиционных, таких как Fortran и Pascal, до специализированных, возникающих во всех областях компьютерных приложений. Целевые языки не менее разнообразны – это могут быть другие языки программирования, различные машинные языки – от языков микропроцессоров до суперкомпьютеров.

3. Анализ существующих исследований

В перспективе развитие информационных систем и эксплуатационных возможностей ЭВМ. Для широкого использования появятся мониторы на редких кристаллах, с плоским экраном по диагонали, невероятно большими объемами памяти и т.п. Для введения информации в ЭВМ будут доступны голосовые методы, например, с помощью мобильного телефона; введение информации картинкой и графикой, сигналами. Будут усовершенствованы методы непосредственного введения текста, межмашинного обмена информацией. Использование компактных дисков (CD) для продолжительного хранения информации сделает такую ЭВМ по сути «бездонным» хранилищем.

С учётом прогноза информационных систем в 2015 году любую поверхность можно будет использовать в качестве дисплея. Повсеместное распространение получит видеосвязь, и на нее придется 400 экзобайт трафика. Объем скачиваемых фильмов и файлов составит 100 экзобайт. В 2025 году будут проведены эксперименты по телепортации на уровне элементарных частиц. В 2050 году, если население планеты увеличится до 9 миллиардов человек. Можно сказать, что 95 % знаний, которыми человечество будет владеть к 2060 году, станет результатом научных открытий в следующие 50 лет [1].

4. Основной материал

Основные участники экспертной системы: экспертная система, эксперты, средства построения и пользователи. Любая экспертная система структурирована в целях упрощения процесса принятия решения, включает совокупность знаний. Знания в ЭС организованы так, чтобы знания о предметной области отделить от других типов знаний системы, таких как общие знания, о том, как решать задачи или знание о том, как взаимодействовать с пользователем. Существует более высокий класс приложений, где требуется учитывать динамику изменения окружающего мира за время исполнения приложения. Такие экспертные системы получили название динамических ЭС и их обобщенная структура будет иметь вид, приведенный на рис. 1.

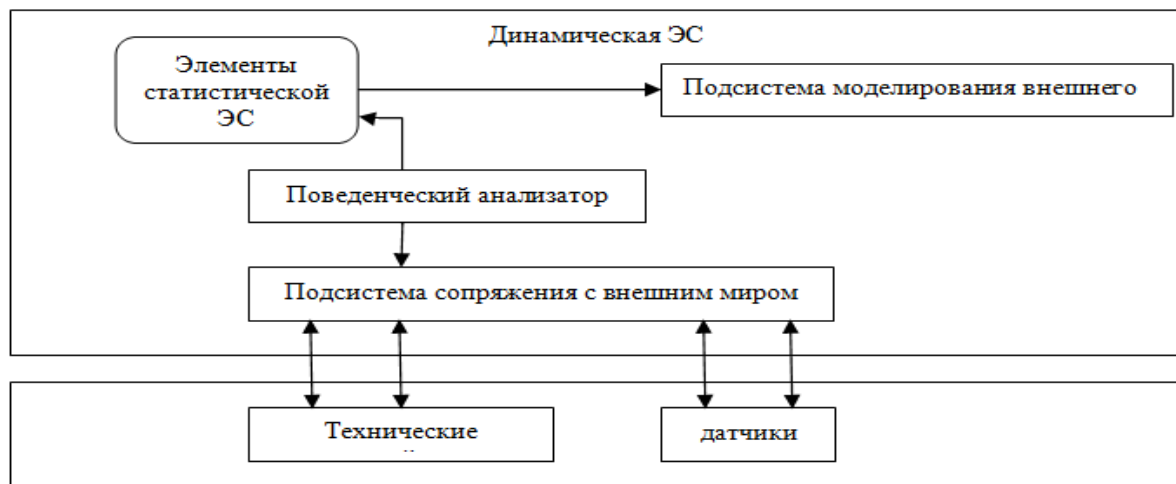


Рис. 1 –Динамические экспертные системы

Динамическая экспертная система, работа которой основана на экспертных оценках, явившихся следствием убежденности эксперта (может быть, нескольких экспертов), дает вполне однозначную рекомендацию на сложившуюся ситуацию. Динамические экспертные системы имеют изменяемую во времени базу знаний и делают выводы на ее основе. Поэтому в таких динамических экспертных системах одна и та же задача может быть решена по-разному, если вы обратитесь к экспертной системе в разное время. Знания в экспертной системе пополняются и изменяются ежедневно и даже ежечасно. [2].

4.1. Сущность и виды компиляторов

Компилятор переводит исходную программу в эквивалентную программу на языке, понятном компьютеру, то есть на машинном языке. Процесс компиляции и последующего выполнения программы можно изобразить следующим образом: сам компилятор также является программой, причем программой на машинном языке. Язык, на котором написан компилятор, называется языком реализации [3].

Одна из особенностей компилятора заключается в том, что он принимает на вход и выдает данные с очень сложной структурой, поэтому при проведении верификации на практике можно исследовать поведение компилятора лишь на небольшом подмножестве входных программ.

Языки высокого уровня являются основным средством разработки программных систем. Спецификация языка высокого уровня задаёт класс текстов, принадлежащих этому языку, и определяет семантику исполнения программ, написанных на этом языке. Задача перевода текстов с языка высокого уровня в представление, выполнимое на вычислительной системе, решается комплексами программ, которые по традиции называют компиляторами [4].

Функциональность, типичную для большинства компиляторов, можно условно декомпозировать на следующие задачи:

1. Анализ синтаксической корректности исходного текста программы.
2. Анализ выполнения контекстных условий в исходном тексте.
3. Оптимизация внутреннего представления и генерация выходных данных.

Результатом работы компилятора является объектный модуль на машинном языке или модуль на исполнимом промежуточном языке, таком как байт-код Java и Python или Intermediate Language платформы.

Процесс компиляции состоит из следующих этапов:

1. Лексический анализ. На этом этапе последовательность символов исходного файла преобразуется в последовательность лексем.

2. Синтаксический (грамматический) анализ. Последовательность лексем преобразуется в дерево разбора.

3. Семантический анализ. Дерево разбора обрабатывается с целью установления его семантики (смысла) – например, привязка идентификаторов к их декларациям, типам, проверка совместимости, определение типов выражений и т. д. Результат обычно называется «промежуточным представлением/кодом».

4. Оптимизация. Выполняется удаление излишних конструкций и упрощение кода с сохранением его смысла. Оптимизация может быть на разных уровнях и этапах – например, над промежуточным кодом или над конечным машинным кодом.

5. Генерация кода. Из промежуточного представления порождается код на целевом языке.

Существуют такие виды компиляторов:

1. Векторизующий. Транслирует исходный код в машинный код компьютеров, оснащённых векторным процессором.

2. Гибкий. Сконструирован по модульному принципу, управляется таблицами и запрограммирован на языке высокого уровня или реализован с помощью компилятора компиляторов.

3. Диалоговый. Обеспечивает использование языка программирования в режиме разделения времени.

4. Инкрементальный. Повторно транслирует фрагменты программы и дополнения к ней без перекомпиляции всей программы.

5. Интерпретирующий (пошаговый). Последовательно выполняет независимую компиляцию каждого отдельного оператора (команды) исходной программы.

6. Отладочный. Устраняет отдельные виды синтаксических ошибок.

7. Резидентный. Постоянно находится в оперативной памяти и доступен для повторного использования многими задачами.

8. Самокомпилируемый. Написан на том же языке, с которого осуществляется трансляция.

9. Универсальный. Основан на формальном описании синтаксиса и семантики входного языка. Составными частями такого компилятора являются: ядро, синтаксический и семантический загрузчики.

10. Компилятор компиляторов – программа, воспринимающая синтаксическое или семантическое описание языка программирования и генерирующая компилятор для этого языка. Таким образом, пользователю компилятора компиляторов в любом случае нужно разработать исполняющие структуры и выбрать способ преобразования каждой входной синтаксической конструкции в операции выходного языка или в машинные операции, после чего нужно написать собственно процедуры генерации кода. Следовательно, компилятор компиляторов – это полезное средство, помогающее писать компиляторы.

Clang – это компилятор для C-подобных языков, созданный специально для работы на базе LLVM. Комбинация Clang и LLVM предоставляет набор инструментов, позволяющих полностью заменить GCC. Благодаря архитектуре, основанной на библиотеках, Clang (как и LLVM) легко встраивается в другие приложения.

Одной из главных задач Clang является поддержка инкрементной компиляции, позволяющей более тесно интегрировать компилятор и графический интерфейс среды разработки, в отличие от GCC, который был создан для работы в классическом цикле «компиляция-линковка-отладка».

Программы-компиляторы бывают оценочные и профессиональные.

Оценочные или учебные компиляторы позволяют написать простейшие программы для конкретного процессора и определить, подходит ли процессор для тех задач, которые предстоит решать в процессе разработки устройства. Конечно, если программа очень проста, то можно весь программный продукт написать на оценочном компиляторе. Оценочные компиляторы позволяют транслировать одиночный файл исходного текста программы. В результате работы оценочного компилятора сразу получается исполняемый или загрузочный модуль программы, поэтому такие компиляторы называются компиляторы с единой трансляцией.

Профессиональные трансляторы позволяют производить трансляцию исходного текста программы по частям. Это позволяет значительно сократить время трансляции исходного текста программы, так как не нужно транслировать весь текст программы, а можно транслировать только ту часть программы, которая менялась после предыдущей трансляции.

В состав современных средств написания и отладки программ для микроконтроллеров обычно входят эмуляторы процессоров или отладочные платы, текстовый редактор, компиляторы языка высокого уровня (чаще всего «C») и ассемблера, редактор связей и загрузчик программы в отладочную плату.

Модельный компилятор состоит из четырех частей: сканер, блок таблиц имен, основная часть компилятора и семантические подпрограммы. Сканер читает входной файл и избавляет остальные части компилятора от необходимости следить за каждым входным символом. В таблице имен хранится информация о переменных программы. Обращение к ней осуществляется в основном через процедуры блок таблицы имен [5].

Компиляторы полностью обрабатывают весь текст программы. Они просматривают его в поиске синтаксических ошибок (иногда несколько раз), производят определенный смысловой анализ, а затем автоматически переводят (транслируют) на машинный язык – генерируют машинный код. Нередко при этом выполняется оптимизация с помощью набора методов позволяющих повысить быстродействие программы (например, с помощью инструкций, ориентированных на конкретный процессор, путём исключения ненужных команд, промежуточных вычислений и т.д.). В результате законченная программа получается законченной и эффективной, работает [6].

4.2. Назначение и структура электронного компилятора

Разработанный макет РАПЛ представляет собой комплекс инструментальных программно-аппаратных средств подготовки алгоритмов и программ в реальном времени в соответствии с настраиваемой архитектурой АС. РАПЛ можно использовать также для создания систем с ограниченными ресурсами, где затруднена быстрая адаптация программных трансляторов к изменяющимся языкам и ЭВМ. Применение специальных микропрограммных средств для построения систем значительно повышает ресурс и обеспечивает требуемую гибкость программных средств. Быстродействие аппаратных средств во многих случаях намного выше, чем необходимо для практики. Благодаря этому можно понизить тактовые частоты и повысить надежность аппаратуры по сравнению с программной реализацией [7].

Структура электронного компилятора (ЭК), разработанного в составе макета РАПЛ, показана на рис. 1, где в функциональном плане выделены следующие структурные уровни:

- программный, включающий в себя стандартное обеспечение ПЭВМ и средства реализации уникальных функций;
- аппаратный, состоящий из ЭК и устройств сопряжения с базовой ПЭВМ;
- сервисный, программно-аппаратные средства моделирования входных языков пользователей, настройки операционных и управляющих автоматов ЭК и пользовательский интерфейс.

ЭК – это ядро РАПЛ, представляющий собой систему трех специализированных процессоров: лексического анализатора, синтаксического анализатора и генератора кода. Эти процессоры выполнены в виде автономных блоков, функционально и информационно связанных между собой.

Генератор кода формирует несложный в исполнении микрокод, определяемый триадной формой представления программ.



Рис. 2 – Структура ЭК

ЭК построен по схеме синтаксически управляемого перевода в соответствии с грамматикой языка, задаваемой посредством синтаксических диаграмм и БНФ. В связи с этим значительно упрощается адаптация ЭК к изменяющимся языкам и его диагностика.

4.3. Аппаратная реализация компилятора

Для аппаратного описания компилятора применяется язык описания аппаратуры AHDL, который разработан фирмой Altera и предназначен для описания комбинационных и последовательностных логических устройств, групповых операций, цифровых автоматов (state machine) и таблиц истинности с учетом архитектурных особенностей ПЛИС фирмы Altera. Он полностью интегрируется с системой автоматизированного проектирования ПЛИС, например MAX+PLUS II. Файлы описания аппаратуры, написанные на языке AHDL. Для создания TDF-файла можно использовать как текстовый редактор системы MAX+PLUS II, так и любой другой. Проект, выполненный в виде TDF-файла, компилируется, отлаживается и используется для формирования файла программирования или загрузки ПЛИС фирмы Altera [8].

Операторы и элементы языка AHDL являются достаточно мощным и универсальным удобным в использовании средством описания алгоритмов функционирования цифровых устройств. Язык описания аппаратуры AHDL дает возможность создавать иерархические проекты в рамках одного этого языка или же в иерархическом проекте использовать как TOP-файлы, разработанные на языке AHDL, так и другие типы файлов.

4.4. Анализ поведенческих факторов

Анализ поведения человека характеризуется приверженностью к селекционистскому подходу: исключительная опора на экспериментальный анализ как источник принципов для понимания поведения, фокус на поведении индивидуумов (а не групп) существенный интерес к применению науки для улучшения условий человеческого существования.

Таблица 1 – Положительные и отрицательные черты различных типов характера

Тип характера	Положительные черты	Отрицательные черты
Шизоидный	1) Хорошая память 2) Умение замечать детали 3) Творческий подход к выполнению дел	1) Страх быть непонятым окружающими 2) Уход в себя 3) Редкое проявление эмоций 4) Отстраненность от окружающих
Нарциссический	1) Заниженное чувство агрессивности	1) Преувеличенное чувство собственной значимости 2) Резкое непринятие критики 3) Неспособность к самозащите 4) Острая потребность в заботе и поддержке
Параноидальный	1) Инстинкт самосохранения на высоком уровне	1) Подавленность 2) Недоверчивость 3) Обостренное чувство опасности 4) Острая подозрительность к людям 5) Неадекватные эмоциональные взрывы
Обсессивно-компульсивный	1) Повышенное внимание к мелочам и деталям 2) Опрятность 3) Бережливость 4) Стремление к совершенству	1) Нерешительность 2) Сомнительность 3) Отсутствие чувства юмора
Психопатический (антисоциальный)	1) Наличие качеств лидера	1) Неспособность к длительным отношениям 2) Тотальная недоверчивость 3) Низкий порог агрессивности
Истерический	1) Сердечность 2) Человечность 3) Хорошо развит инстинкт самосохранения	1) Острая чувствительность к происходящему
Депрессивный и маниакальный		1) Маниакальное состояние самоуничтожения 2) Глубокая самокритика 3) Болезненная реакция на критику 4) Легко поддаются любому влиянию
Мазохический		1) Скованность 2) Неестественность 3) Неуверенность 4) Чрезмерная скромность 5) Добровольная униженность

Основными факторами поведения человека являются: количество отказов – это мгновенное закрытие сайта или же не переход на следующую страницу; количество просмотренных страниц на сайте; время, проведенное пользователем на сайте; количество переходов на сайт из поисковика – то есть, количество кликов по поисковой выдаче. Для анализа пользовательского поведения используются счетчики посещаемости. Необходимо обратить внимание, что существует возможность реализации аппаратно с помощью статистики по техническим параметрам компьютера пользователя – разрешению экрана, версией браузера, операционной системой [8].

Выводы

Исходя из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы: компилятор языка высокого уровня – это программа, которая переводит исходный текст программы в эквивалентную ей объектную программу. Объектная программа формируется на объектном языке, который, как правило, является некоторым машинным языком. Особого внимания заслуживают алгоритмы синтеза МА и МП, поскольку на их основе могут быть разработаны аппаратные компиляторы, обладающие огромными преимуществами по сравнению с программными компиляторами. Залогом их успешной реализации служат достижения в технологии проектирования БИС с высокой степенью интеграции. Для решения проблемы синтеза аппаратных компиляторов требуется создание принципиально нового математического аппарата, в качестве которого можно использовать АРЕКС и Р-СИАА. На базе АРЕКС и Р-СИАА возможна полная формализация основных этапов проектирования аппаратных систем компиляции, функционирующих как в режиме интерпретации, так и в режиме трансляции.

Режим интерпретации означает, что генерируемые компилятором структурные команды выполняются процессором сразу, не дожидаясь окончания процесса компиляции в целом. Для осуществления этого режима МП необходимо снабдить дискретными преобразователями (ДП) на выходе и входе. Входной ДП предназначен для лексического анализа языков, выходной – для реализации отдельных команд.

При программной реализации интерпретаторы работают медленнее трансляторов, так как в первом случае процессор вынужден простаивать и дожидаться генерации очередной команды. При этом быстродействие будет на 2–3 порядка выше, чем у программных интерпретаторов. Снабдив подобные интерпретаторы средствами отладки, тестирования и распараллеливания программ, получим быстродействующую языковую машину, которая будет работать намного эффективнее, чем современные ЭВМ.

Практическая реализация проблемы синтеза аппаратных компиляторов позволит:

1) создать автоматизированную систему проектирования функционально полных компиляторов произвольного назначения с быстродействием, определяемым современной элементной базой. Исходными данными при проектировании компиляторов будут служить контекстно-свободные грамматики, представленные посредством синтаксических диаграмм, форм Бэкуса-Наура;

2) произвести при одних и тех же исходных данных генерацию программных модулей компиляторов и функционально полных тестов для моделирования и проверки работоспособности аппаратных компиляторов, реализуемых посредством модулей и кристаллов;

3) организовать разработку многофункциональных аппаратных компиляторов, использующих на входе различные ЯВУ;

4) обеспечить создание сверхбыстродействующих аппаратных компиляторов, работающих в режимах параллельной трансляции и интерпретации с высоким уровнем надежности.

В результате проанализированы подходы построения интеллектуальных систем. Рассмотрен алгоритм работы интеллектуальной системы с применением поведенческого анализатора. Предложен метод построения интеллектуальных систем с применением поведенческого анализатора. Рассмотрена физическая реализация интеллектуальной системы с помощью языково-аппаратного описания и ПЛИС технологий. Дана оценка практической реализации синтеза интеллектуальных систем с помощью аппаратных компиляторов.

Список использованных источников:

1. Интеллектуальные системы автоматического управления / под ред. И. М. Макарова, В. М. Лохина. – М. : Физматлит, 2001. – 576 с. – (Сер. Профессиональное управление).
2. Охтилев М. Ю. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой / М. Ю. Охтилев, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов. – М. : Наука, 2006. – 410 с.
3. Уотерман Д. Руководство по экспертным системам / Д. Уотерман. – М. : Мир, 1989. – 474 с.
4. Ахо А. Компиляторы: принципы, технологии и инструменты / А. Ахо, Р. Сети, Дж. Ульман. – М. : Вильямс, 2001. – 768 с.
5. Проблемы создания аппаратного компилятора элементарных математических функций / А. П. Собчак, В. М. Илюшко, К. В. Ходарев, Н. Д. Смирнов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2005. – Вып. 7(23). – С. 294–303.
6. Собчак А. П. Отношения эквивалентности на множестве диагностических моделей объектов контроля / А. П. Собчак, А. В. Чечуй, В. Н. Торчило // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. / Харк. ун-т Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. – Х., 2002. – Вип. 5 (21). – С. 189–193.
7. Собчак А. П. Реализация лексического анализатора на языке аппаратного описания / А. П. Собчак, А. М. Марченко, К. В. Ходарев // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии : сб. науч. тр. / НАКУ «ХАИ». – Харьков, 2004. – Вып. 23. – С. 116–121.
8. Собчак А. П. Розробка цифрових електронних засобів на базі програмованих логічних інтегральних схем : навч. посіб. до лабораторного практикуму / А. П. Собчак, А. М. Марченко. – Х. : Изд-во «ХАИ». – 2004. – 48 с.

Стаття надійшла до редакції 17 лютого 2014 р.

УДК 621.74

**АНАЛОГИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ
ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И АДсорбЦИИ**

©Хорошилов О. Н., Оболенская Т. А., Лазаренко В. И.

Украинская инженерно-педагогическая академия

В статье методом аналогизации построены математические модели кристаллизации и адсорбции в технологических процессах химической, пищевой промышленности и литейного производства.

Доказано, что аналитическое решение сформулированных задач будет одинаковым для всех аналогизированных процессов.

Ключевые слова: аналогизация, математическая модель, литье, кристаллизация, абсорбция.

Хорошилов О. М., Оболенська Т. О., Лазаренко В. І. «Аналогізація математичного опису технологічного процесу при кристалізації та адсорбції».

У статті методом аналогізації побудовані математичні моделі кристалізації та адсорбції в технологічних процесах хімічної, харчової промисловості та ливарного виробництва.

Доведено, що аналітичне рішення сформульованих задач буде однаковим для усіх аналогізованих процесів.

Ключові слова: аналогізація, математична модель, литво, кристалізація, абсорбція.

Khoroshilov O. N., Obolenskaya T. A., Lazarenko V. I. “Analogization of mathematical description of technological process during crystallization and adsorption”

The mathematical models of crystallization and adsorption in technological processes of chemical, food industry and casting production are built by analogization method in the article.

It is proved, that analytical solution of formulated problems are the same for all analogized processes.

Key words: analogization, mathematical model, casting, crystallization, adsorption.

1. Постановка вопроса

При использовании методов аналогизации выбирается уже готовая математическая модель процесса, близкого к данной задаче. Использование методов процесса, близкого к данной задаче. Использование методов аналогизации открывает возможность перенесения на рассматриваемый процесс (в данном случае литье) уже известных, полученных ранее результатов, анализа механизма процесса, использование средств и способов его интенсификации и оптимизации, что и показано на примере математического описания процессов при кристаллизации и адсорбции.

2. Анализ последних публикаций по данному вопросу

В настоящее время научной основой интенсификации технологических процессов является установление новых физических эффектов [1]. Особое внимание уделяется эффекту

температуры кристаллов, эффекту бифуркационных процессов при кристаллизации, эффект увеличения интенсивности массопереноса в пограничном слое вокруг кристалла температурными колебаниями, под действиями которых возникает дополнительный градиент концентрации [2].

Высокие скорости и нагрузки при работе машины и приборов являются атрибутами современного машиностроения. При этом предъявляются высокие требования к качеству исходных материалов и заготовок, в том числе и отливок для обеспечения надежности и долговечности машин. Удельный вес отливок в некоторых машинах может достигать от 40 % до 80 %.

3. Основной материал

Проблема энергосбережения является одной из основных глобальных проблем современности. Немаловажным фактором является то, что производство отливок обходится дешевле, чем производство поковок или сварных заготовок. Методом литья можно получить отливки с различной конфигурацией, необходимыми физико-механическими свойствами, что способствует их широкому распространению.

В последнее время введены такие показатели технологического процесса литья, как «удельная масса» (вес на единицу мощности машины), методы контроля за поведением жидкого металла в различные периоды плавки, разливки и кристаллизации, т.е. в периоды, когда закладываются и формируются основные свойства отливки [3]. Однако физико-химические процессы, происходящие в литейном производстве, настолько сложны, что требуют особого внимания для их анализа. Для решения этой проблемы применима методика аналогизации, а именно: определенные группы технологических процессов различных отраслей промышленности, отличающиеся между собой по физической природе имеют один и тот же механизм действия, которому соответствует и идентичная математическая модель процесса, раскрывающая физические эффекты процесса, элементарные процессы, из которых он складывается, метод его интенсификации и расшивки лимитирующих стадий.

Математическая модель процесса также позволяет разработать метод его расчета и создание оптимальных режимов осуществления.

Все это для соответствующих групп процессов, имеющих одинаковый механизм, достигается специальными приемами, так называемым методом математического моделирования, который назван аналогизацией [4]. Используя этот метод, разрабатываемый процесс расчленяется на элементарные процессы, подбирается подобный по структуре тестовый процесс, который может быть совсем иной физической природы, подбираются аналоги параметров тестового и разрабатываемого процесса и фактически составление математической модели процесса в этом случае сводится к перефразированию математической модели тестового процесса.

В истории техники известно немало предложений и идей по улучшению технологических процессов, которые не были реализованы в промышленных масштабах вследствие того, что их изучение не было завершено созданием уравнений для инженерных расчетов, без которых невозможно преодоление барьера масштабного перехода, осуществление моделирования, перенос данных с лабораторных аппаратов на аппараты промышленные.

Поэтому очевидна важность научных исследований, позволяющих установить количественные соотношения между параметрами процессов и дать их математическое описание, на котором будет базироваться методика инженерных расчетов. Возникла необходимость в создании общей теории интенсификации технологических процессов позволяющей на основе широких научных обобщений решать частные прикладные задачи. Очень сильным и эффективным средством получения новых результатов является метод аналогизации. Аналогизация- это термин выражающий: установленные аналогии путем сопоставления определенных признаков, свойствами характеристик сравнимых объектов; умозаключение по аналогии – перенесение знаний, полученных из рассмотрения какого-либо объекта, на менее изученный, сходный по существенным свойствам, качестве объекта; инструмент научных обобщений; специальную процедуру, выполняемую по определенному алгоритму.

Аналогизация позволяет использовать уже готовый разработанный ранее математический аппарат и осуществить перенос результатов из области одного процесса на другой, найти аналоги, новые эффекты, установить новые эффективные режимы и предложить методы интенсификации.

Рассмотри, в частности, процесс кристаллизации в процессе литья. Этому процессу можно найти аналоги в химической промышленности, пищевой и т.д., т.е. создать адсорбционную модель кристаллизации, используя вариационный метод в построении математических моделей. Суть этого метода состоит в том, что на основе физической сущности процесса записывается функционал, отражающий совместное действие основных сил, минимум потенциальной энергии, минимум энергии деформации, минимум работы внешних и внутренних сил с учетом кинетической энергии, потенциальной энергии, энергии химических превращений, гельмгольцевской свободной энергии, энтальпии рассматриваемой системы, а также, с учетом необратимого превращения механической энергии во внутреннюю, вязкой диссипации теплоотвода. От составленного таким образом функционала берут вариацию, после чего он распадается на ряд уравнений Эйлера, которые и представляют математическую модель процесса в дифференциальных уравнениях. Этот метод, применяемый в теории упругости и реализуемый с помощью расчетных схем Ритца и Галеркина, может найти широкое применение и в разработке теории процессов в литейном деле, пищевой и химической промышленности.

Располагая таблицей аналогов аналогизированных процессов, их физическими и математическими моделями, конечными формулами для полей режимных параметров и численными значениями интегралов, можно без особого труда провести инженерные расчеты. В результате получим поля распределения вдоль потока и во времени: в процессе адсорбции-величины адсорбции и концентрации в растворе; в процессе кристаллизации и растворения – количество выкристаллизовавшегося вещества и растворенного и т.д.

Особого внимания заслуживают при аналогизационном анализе установление режимов ведения процесса с высокой интенсивностью, перенос экспериментальных данных по режимной интенсификации и применению интенсифицирующих воздействий, снижающих сопротивление переноса с одного процесса, для которого они исследованы на другой, для которого такие исследования не проводились.

Рассмотрим модель кристаллизации в потоке, которую приблизим к модели адсорбции металла из раствора. При кристаллизации в отливке последовательно или частично одновременно протекают следующие процессы: охлаждение в жидком состоянии (снятие перегрева), переохлаждение, образование зародышей и рост кристаллов [5]. Считаем, что кристаллы достаточно мелки и равномерно распределены в потоке, их концентрация «размазана» по потоку и определяется выражением

$$C_k(x, t) = \frac{V_k(x, t) \cdot \rho}{V_{жс}} \cdot \frac{\rho_k}{\rho}, \quad (1)$$

где $V_k(x, t)$ – объем кристаллов в объеме раствора $V_{жс}$.

Интенсивность процесса кристаллизации определяется коэффициентом массообмена β , который вычисляется на основе интегральных представлений.

Пусть на входе раствор поступает с концентрацией C^* и кристаллов еще не содержит.

Зададим пересыщение раствора $\Pi = \frac{C_{жс}(x, t)}{C_n(x, t)}$, где $C_{жс}$ и C_n – фактическая

концентрация кристаллизующегося вещества, соответствующая насыщению при заданной температуре $T(t)$. Пресыщение создается охлаждением раствора ($T(t) = \text{var}$). Связь между концентрациями кристаллического вещества $C_k(x, t)$ и кристаллизующегося вещества в растворе $C_{жс}(x, t)$ очевидна (рис. 1).

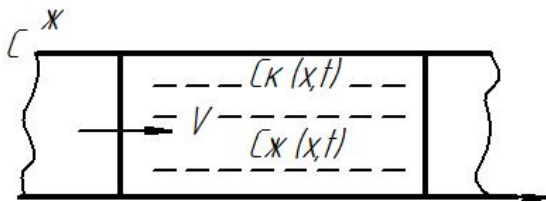


Рис. 1

В любой момент времени t и b в любом месте канала x выполняется равенство

$$C^{жс} = C_k(x, t) + C_{жс}(x, t), \quad (2)$$

если предположить, что ни раствор, ни вещество по каналу не поступают.

Концентрация кристаллического выкристаллизовавшегося вещества в жидкой фазе (масса кристаллов), отнесенная к массе раствора, будет зависеть от величины пресыщения раствора, которое в данном процессе регулируется величиной температуры.

$$\frac{C_k(x, t)}{C_{жс}(x, t)} = \gamma \left[\frac{C_{жс}(x, t)}{C_n(x, t)} - \frac{C_n(x, t)}{C_n(x, t)} \right] = \gamma [\Pi - 1] \quad (3)$$

где γ – коэффициент пропорциональности.

Задав закон изменения температуры $T(x, t)$, получим закон изменения концентрации насыщения, учитывая, что

$$C_n(x, t) = \alpha [T(x, t)]^n \quad (4)$$

при прямой растворимости веществ и

$$C_n(x, t) = \frac{\alpha}{[T(x, t)]^n} \quad (5)$$

при обратной растворимости.

При постоянном пресыщении из (3) получим

$$\frac{C_{\text{жс}}(x,t)}{C_n(x,t)} = \Pi; \quad C_n(x,t) = \frac{1}{\Pi} C_{\text{жс}}(x,t) \quad (6)$$

Подставляя (6) в (3) получим

$$C_k(x,t) = \gamma C_{\text{жс}}(x,t) \left(1 - \frac{1}{\Pi}\right) \quad (7)$$

Связь между концентрацией кристаллического вещества (выкристаллизовавшегося из раствора) $C_k(x,t)$ и кристаллизующегося вещества в растворе $C_{\text{жс}}(x,t)$, а также связь с концентрацией насыщения $C_n(x,t)$ при заданной температуре определяется выражениями

$$C_k(x,t) = \gamma_1 C_{\text{жс}}(x,t) \quad (8)$$

$$C_k(x,t) = \gamma_2 C_{\text{жс}}(x,t) \quad (9)$$

где $\gamma_1 = \gamma \left(1 - \frac{1}{\Pi}\right); \quad \gamma_2 = \gamma(\Pi - 1)$

Таким образом, в отличие от методов получения изотерм сорбции, в которых зависимость между количеством сорбции и равновесной концентрацией $\alpha = f(C_p)$ устанавливают при постоянной температуре методом аналогизации процессов сорбции и кристаллизации.

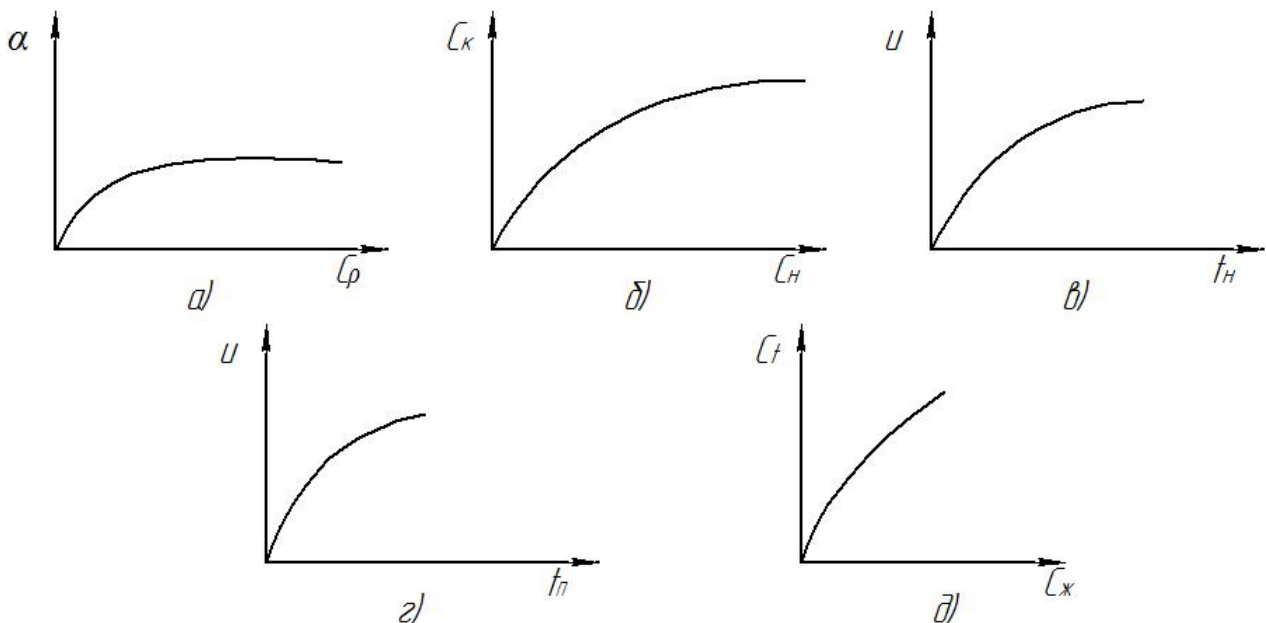


Рис. 2 – Изопараметриссы различных аналогизированных процессов:
а – изотерма сорбции $\alpha = f(C_p)$, $T = const$; б – изогидрата кристаллизации $C_k = f(C_n)$,

$$\Pi = const; \quad \text{в} – \text{изохарактеристика сушки } \frac{m_L}{C_p} = f(t_n); \quad \Delta t_{nep} = const;$$

$$\text{г} – \text{изопараметрисса процесса сушки } u = f(t_n), \quad \Pi_1 = const \text{ или } \Pi_u = const;$$

$$\text{д} – \text{изопараметрисса адсорбции } C_t = f(C_{\text{жс}}), \quad H = const$$

Идентичные зависимости можно получить для процесса кристаллизации между концентрацией кристаллического выкристаллизовавшегося вещества $C_k(x,t)$ и кристаллизующегося вещества в растворе $C_{\text{жс}}(x,t)$, но уже в условиях изотермичности

течения процесса (как при сорбции), а в условиях изогидратности, т.е. при постоянном коэффициенте пересыщения $\Pi = const$.

Изотерме сорбции в процессе адсорбции $\alpha = f(C_p)$ при $T = const$ будет соответствовать изогидрата кристаллизации $C_{ж} = f(C_n)$ при $\Pi = const$ в процессе кристаллизации (рис. 2).

Рассмотрим процесс массообмена в растворе при кристаллизации и адсорбции.

Уравнение кинетики адсорбции

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} = \beta(C - C_p) \quad (10)$$

Уравнение материального баланса без учета сечений, занятых адсорбентом $\partial = \frac{\sigma}{1 - \sigma}$

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial \alpha}{\partial t} + V \frac{\partial c}{\partial x} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \quad (11)$$

при соизмеримости продольного молекулярного и конвективного переноса, или

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial \alpha}{\partial t} + V \frac{\partial c}{\partial x} = 0 \quad (12)$$

в случае преобладания конвективного переноса.

Здесь $C = C(x, t)$ - концентрация адсорбируемого вещества в растворе, находящегося в порах адсорбента на расстоянии x от начала адсорбционного слоя адсорбента в момент времени t , $\alpha = a(x, t)$ - количество адсорбируемого вещества, поглощенного единицей объема адсорбента в сечении x в момент времени t ; V - скорость движения потока раствора вдоль оси x , принимаемая постоянной; β - коэффициент массообмена.

Система уравнений (10) – (12) является незамкнутой, для ее замыкания привлекается еще одно уравнение, связывающее равновесную концентрацию C_p с величиной адсорбции a , называемое изотермой адсорбции и характеризующее природу адсорбента и адсорбируемого вещества [6, 7].

$$a = f(C_p) = \kappa_1 c_p - \varepsilon_1 c_p^2 \quad (13)$$

откуда с точностью до 2-го порядка

$$C_p = \gamma \alpha - \varepsilon \alpha^2$$

Очевидно, уравнение кинетики массообмена при кристаллизации в подобных рассмотренных при адсорбции физических условиях примет вид

$$\frac{\partial C_{\kappa}(x, t)}{\partial t} = \beta [C_{ж}(x, t) - C_n(x, t)], \quad (14)$$

а уравнение материального баланса при кристаллизации в потоке вид

$$\frac{\partial C_{ж}(x, t)}{\partial t} + \frac{\partial C_{\kappa}(x, t)}{\partial t} + V \frac{\partial C_{ж}(x, t)}{\partial x} = 0 \quad (15)$$

совершенно аналогичный уравнению (12)

В качестве замыкающего уравнения вместо уравнения изотермы при адсорбции при кристаллизации используется уравнение изогидрата (9). Таким образом, кристаллизация из раствора в потоке описывается системой дифференциальных уравнений, идентичной с той системой, которая описывает адсорбцию

Адсорбция

$$\begin{aligned}\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial a}{\partial t} + V \frac{\partial c}{\partial x} &= 0; \\ \frac{\partial a}{\partial t} &= \beta(c - c_p); \\ a &= f(C_p);\end{aligned}\tag{16}$$

Кристаллизация

$$\begin{aligned}\frac{\partial C_{жс}}{\partial t} + \frac{\partial C_{кс}}{\partial t} + V \frac{\partial C_{жс}}{\partial x} &= 0. \\ \frac{\partial C_{кс}}{\partial t} &= \beta(C_{жс} - C_n) \\ C_{кс} &= f(C_n)\end{aligned}\tag{17}$$

Аналоги очевидны

$$C \rightarrow C_{жс}; a \rightarrow C_{кс}; C_p \rightarrow C_n; \beta \rightarrow \beta; V \rightarrow V$$

Выводы

1. Математические модели аналогизированных процессов, построенные на основе общей физической модели, преследуют одну и ту же цель и позволяют получить решение одной и той же задачи для различных физических процессов.
2. Целью для заданной общей физической модели аналогизированных процессов является определение поля распределения концентрации соответствующих компонентов в пространстве (по координате x вдоль потока) и во времени t .
3. Удобство аналогизации состоит в том, что аналитическое решение сформированных задач будет одним и тем же для всех аналогизированных процессов.

Список использованных источников:

1. Федоткин И. М. Физико-математические основы интенсификации процессов и аппаратов пищевой и химической технологии / И. М. Федоткин. – Кишинев : Штиинца, 1987. – 264 с.
2. Богорош А. Т. Накипеобразование и пути его снижения в сахарной промышленности / А. Т. Богорош, И. М. Федоткин, И. С. Гулый. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 192 с.
3. Цаплин А. И. Теплофизика внешних воздействий при кристаллизации стальных слитков на машинах непрерывного литья / А. И. Цаплин. – Екатеринбург: Из-во УрО РАН, 1995. – 238 с.
4. Федоткин И. М. Математическое моделирование технологических процессов / И. М. Федоткин. – К. : Вищ. шк., 1988. – 416 с.
5. Иванов И. А. Кинетический фазовый переход при кристаллизации / И. А. Иванов, А. В. Дуб // Десятая Всерос. науч. конф. студентов физиков и молодых ученых : тез. доп. – М. : Изд-во АСФ России, 2004. – Т. 1. – С.177-179.
6. Федоткин И. М. Интенсификация теплообмена в аппаратах пищевых производств : дис. ... д-ра техн. наук И. М. Федоткин ; Киев. технол. ин-т пищевой пром-сти. – К., 1969. – 67 с.
7. Исследование кинетики процессов 1 сатурации и условий ее оптимизации : докл. на 11-й Международной конференции и технологии сахара в Лодзи (Польша) / Л. П. Рева, И. М. Федоткин, В. М. Логвин, В. А. Шестаковский, В. Е. Яковенко. – К. : КТИПП, 1973. – 27 с.

Стаття надійшла до редакції 21 січня 2014 р.

УДК 655.3:658.562.2

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ І ФОРМУВАННЮ ДРУКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАПЕРУ

©Яценко Л. О.

Українська інженерно-педагогічна академія

Розглянуто питання оцінки і формування друкарських властивостей паперу при відносних значеннях показників якості друку; вибору параметрів процесу виробництва паперу з урахуванням рангу показників якості друку, можливих дефектів друку при проведенні паперу через друкарську машину, економії засобів на його виробництво.

Ключові слова: друкарські властивості паперу, показники якості паперу, проведення паперу через друкарську машину, параметри друку, показники якості друку.

Яценко Л. А. «Комплексный подход к оценке и формированию печатных свойств бумаги».

Рассмотрены вопросы оценки и формирования печатных свойств бумаги при относительных значениях показателей качества печати; выбора параметров процесса производства бумаги с учетом ранга показателей качества печати, возможных дефектов печати при проведении бумаги через печатную машину, экономии средств на ее производство.

Ключевые слова: печатные свойства бумаги, показатели качества бумаги, проводка бумаги через печатную машину, параметры печати, показатели качества печати.

Yatsenko L. O. “Complex approach to evaluating and forming of printing qualities of paper”.

The issues refer to evaluating and forming of printing properties of paper at relative values of printing quality; choice of parameters of the papermaking process considering the number of printing quality indicators, possible printing defects at conducting the paper through the printing machine, cost cutout in its production

Key words: printing properties of paper, indicators of quality of paper, conducting the paper through the printing machine, printing parameters, printing quality indicators.

1. Вступ

«Друкарські властивості паперу» – комплексне поняття, що характеризує як здатність паперу до проведення через друкарську машину, так і властивості, які проявляють себе у якості друкованого зображення.

Для прогнозування поведінки паперу при друкуванні та обґрунтованого вибору його для конкретного друкарського обладнання і виду друкованої продукції прослідковується недостатня інформативність ряду прийнятих у паперовій галузі параметрів якості паперу.

Таким чином, можна зробити висновок, що удосконалення друкарських властивостей паперу – комплексне завдання у рамках системи «папір – фарба – відбиток», що включає як процес виробництва паперу, так і друкування.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Такі показники якості друку як:

- градаційна передача;
- контрастність друкування;

- роздільна здатність;
- оптична щільність плашки;
- кольорове охоплення

характеризують властивості паперу як носія інформації.

Експертами формуються вимоги до показників якості, оскільки вони мають різне значення у різних видах друкованої продукції. За експертними оцінками визначаються вагові коефіцієнти (у комплексному показнику, що одержують з використанням методів кваліметрії) при відносних значеннях показників якості друку. За відносні значення приймаються величини показників відбитків, прийняті за базові, у якості яких зазвичай приймаються кращі зразки досягнутого [1].

Велике значення мають механічні властивості паперу, властивості його поверхні, здатності паперу до проведення через друкарську машину тощо. Наприклад, у випадку застосування паперу з недостатньою міцністю поверхні та ступенем проклеювання відбувається висмикування волокон поверхневого шару з наступним осіданням на офсетне гумовотканинне полотно, фарбові валики і друкарську форму, що призводить до частих зупинок друкарської машини для змивання, і як наслідок, до розновідтіночності друку. При друкуванні на папері з великим вмістом наповнювачів відбувається «забивання» паперовим пилом друкуючих елементів, що призводить до зниження якості відбитків, зміни кольоропередавання. Через погане продруковування, у зв'язку з високим ступенем пиління, утруднюється робота скануючого спектрофотометра зі «зчитування» контрольних шкал. Спостерігаються утруднення при друкуванні на паперах, які легко змінюють свою рівноважну вологість і потребують тривалої акліматизації. У процесі друкування спостерігається двоїння по задньому полю, «зморщування», об'ємна деформація аркушів паперу. Лінійна деформація паперу при зволоженні, особливо при роботі на машинах з одночасним двостороннім друкуванням без перевертання – важливий показник. Нестабільність даного показника «від аркуша до аркуша» призводить до двоїння при друкуванні.

Папери з нерівномірною структурою знижують повноту продруковування сюжетів, що потребують чіткої проробки у напівтонах і «тінях» через низьку роздільну здатність паперу, неможливість друкування з лініатурою 150l p. та 175l p.

На основі небагаточисельних прикладів можна зробити висновок, що одних тільки відомостей про показники якості друку явно недостатньо для вибору паперу.

При виборі у якості параметрів, що підлягають зміні (витрати наповнювача і клеючої речовини для поверхневого проклеювання), необхідно виходити не тільки з того як впливають вони на показники якості друку (контрастність, кольорове охоплення тощо), але й враховувати можливі негативні наслідки неправильного вибору: вищипування, пиління, абразивність поверхні, марашки, осипання фарби (крейдування), неприводку (несуміщення зображень на відбитку).

Обираючи параметри процесу виробництва паперу під конкретний вид друкованої продукції, слід розглядати вимоги до властивостей паперу для друкування з двох точок зору:

- якості друкування;
- можливості проведення через друкарську машину.

Разом з тим потрібно враховувати основну мету, якої необхідно досягти як при виготовленні паперу, так і при виборі його: папір повинен забезпечити необхідну якість друкованої продукції при мінімальних сукупних витратах, які включають витрати на виробництво і витрати на друкування [2].

Метою проведення досліджень був розгляд комплексного підходу до оцінки і формуванню друкарських властивостей паперу на основі використання інформації про

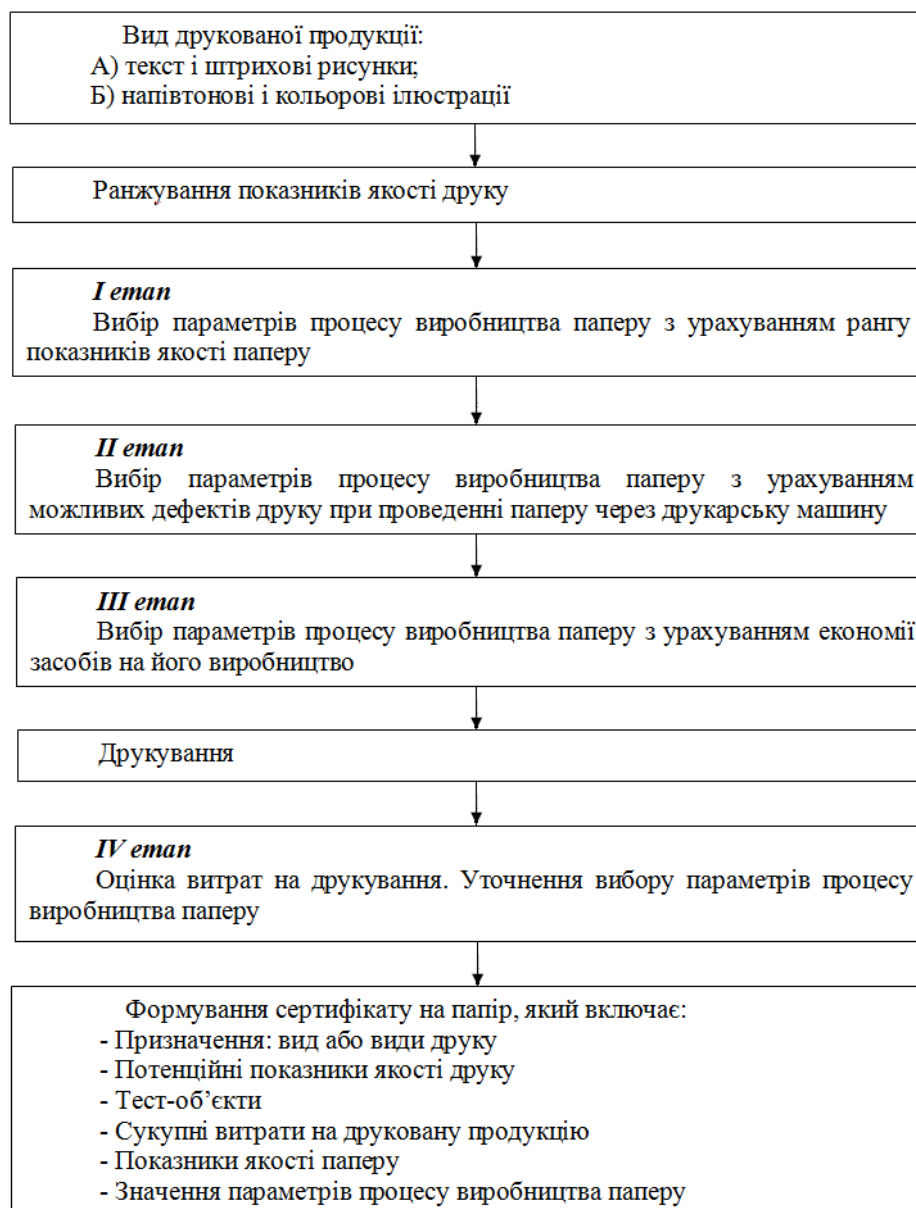
показники якості друку, оцінки можливості бездефектного проведення паперу через друкарську машину, сукупних витрат на виробництво паперу і друкування.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні основні задачі:

1. Оцінити вибір параметрів виробництва паперу
2. Оцінити вибір показників якості друку
3. Оцінити сукупні витрати на виробництво паперу і друкування.

3. Область можливого впровадження результатів дослідження

Вимоги до якості продукції, виражені у стандартах ISO 9000:2000, диктують необхідність того, щоб виробник продукту знав властивості свого продукту з точки зору його цінності для споживача. Це знання необхідне не тільки для задоволення потреб друкаря, але і для розробки, удосконалення і створення нових, у тому числі оригінальних паперів різного призначення, для різних друкарських процесів і нової поліграфічної продукції. *Комплексний підхід до формування друкарських властивостей паперів допоможе у цьому.*



Висновки

1. Запропонована методика проведення досліджень передбачає тісну взаємодію виробників паперу і друкарів у вирішенні задач підвищення конкурентоздатності як паперу, так і друкованої продукції
2. Реалізація такої методики дозволяє поліграфісту одержати зрозумілі для нього відомості про показники якості друку на конкретних папері та друкарському обладнанні
3. Організація взаємодії виробників паперу і друкарів являє собою конкретну реалізацію принципу стандарту: системного підходу до керування якістю, постійного удосконалення, наукового підходу при прийнятті рішень, основаних на аналізі фактів тощо [3].

Список використаних джерел:

1. Валенски В. Бумага + Печать / В. Валенски ; пер. с англ. – М. : Дубль В, 1996. – 430 с.
2. Лоуренс А. Вилсон. Что полиграфист должен знать о бумаге / А. В. Лоуренс. – М. : Принт-Медиа, 2005. – 376 с.
3. Леонтьев В. Н. Методы и средства совершенствования печатных свойств бумаг в системе «бумага–краска–оттиск» : учеб. пособие / В. Н. Леонтьев ; ГОУ ВПО СПб ГТУРП. – СПб., 2009. – 170 с.

Стаття надійшла до редакції 3 лютого 2014 р.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Альбовський Дмитро Миколайович – студент Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Альошина Олена Сергіївна – студентка Національного аерокосмічного університету імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (м. Харків).

Бондар Дар'я Ігорівна – студентка Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Бурдейна Вікторія Михайлівна – асистент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Волох Віталій Іванович – начальник групи неруйнівного контролю та технічної діагностики ПАТ «Дніпровський меткомбінат» (м. Дніпродзержинськ).

Горбенко Наталія Андріївна – здобувач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Гордєєв Андрій Сергійович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри поліграфічного виробництва і комп'ютерної графіки Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Губський Сергій Олександрович – канд. техн. наук, доцент кафедри підйомно-транспортних машин та обладнання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків).

Даниліна Галина Володимирівна – канд. техн. наук, заступник начальника з навчально-методичної роботи, доцент циклової комісії Фундаментальних дисциплін Криворізького коледжу Національного авіаційного університету (м. Кривий Ріг).

Денисенко Марина Володимирівна – здобувач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Діденко Наталія Вікторівна – здобувач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Зеленська Тетяна Сергіївна – аспірант кафедри диференціальних рівнянь Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара (м. Дніпропетровськ).

Ізюмська Лідія Федорівна – ст. викладач кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Катрич Олег Олександрович – здобувач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Клочко Анастасія Сергіївна – студентка Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Коваленко Ігор Віталійович – канд. техн. наук, доцент кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Кравцов Марк Костянтинович – канд. техн. наук, професор кафедри опору матеріалів та будівельних технологій Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Краснокутська Тетяна Борисівна – асистент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Лазаренко Валентина Іванівна – канд. техн. наук, приват-професор кафедри опору матеріалів та будівельних технологій Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Ловейкін В'ячеслав Сергійович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри конструювання машин Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ).

Ломакін Андрій Олександрович – аспірант кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Маліцький Ігор Федорович – канд. техн. наук, доцент кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Маршуба В'ячеслав Павлович – канд. техн. наук, доцент кафедри поліграфічного виробництва і комп'ютерної графіки Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Мелконов Григорій Леонідович – канд. техн. наук, доцент кафедри процесів обробки матеріалів, верстатів та інструментів Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Луганськ).

Мелконов Леонід Дмитрович – канд. техн. наук, доцент кафедри процесів обробки матеріалів, верстатів та інструментів Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Луганськ).

Нестеренко Вікторія Валентинівна – канд. техн. наук, доцент кафедри фундаментальних та загально-технічних дисциплін Первомайського політехнічного інституту Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова (м. Первомайськ).

Нестеров Артем Павлович – д.т.н., професор кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Оболенська Тетяна Олександрівна – канд. техн. наук, приват-професор кафедри опору матеріалів та будівельних технологій Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Осипова Тетяна Миколаївна – асистент кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Писарцов Олександр Сергійович – асистент кафедри опору матеріалів та будівельних технологій Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Плахотнікова Інна Борисівна – ст. викладач кафедри поліграфічного виробництва і комп'ютерної графіки Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Подольак Олег Степанович – канд. техн. наук, доцент кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Прилипко Андрій Леонідович – аспірант кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Ромасевич Юрій Олександрович – канд. техн. наук, доцент кафедри конструювання машин Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ).

Самчук Володимир Володимирович – аспірант кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Святуха Анатолій Якимович – канд. техн. наук, доцент кафедри поліграфічного виробництва і комп'ютерної графіки Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Смирнитська Майя Борисівна – канд. техн. наук, доцент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Собчак Андрій Павлович – канд. техн. наук, доцент, заступник декана з інформаційних технологій Національного аерокосмічного університету імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (м. Харків).

Сухомлин Володимир Іванович – канд. техн. наук, доцент кафедри фізики конденсованого стану Дніпродзержинського державного технічного університету (м. Дніпродзержинськ).

Тріщ Галина Михайлівна – канд. техн. наук, ст. викладач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Фідоровська Наталія Миколаївна – д-р техн. наук, професор кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Хорошилов Олег Миколайович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри опору матеріалів та будівельних технологій Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Чернишенко Олександр В'ячеславович – канд. техн. наук, ст. викладач кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Чернякова Ольга В'ячеславівна – здобувач кафедри поліграфічного виробництва і комп'ютерної графіки Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Чернятіна Олена Вікторівна – аспірантка кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

Яценко Лариса Олександрівна – ст. викладач кафедри поліграфічного виробництва і комп'ютерної графіки Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків).

ДО УВАГИ АВТОРІВ

Загальні відомості

1. У збірнику праць «Машинобудування» друкуються закінчені оригінальні результати наукових досліджень теоретичного і прикладного характеру в галузі інженерної освіти.
2. До редакції подаються статті, які раніше не друкувалися.
3. Статті, що подаються аспірантами, здобувачами повинні мати рекомендацію наукового керівника, якщо він не є співавтором статті.
4. Рішення про можливість публікації статті приймається редакцією лише після її рецензування.
5. Рішення щодо публікації (позитивне чи негативне) повідомляється автору. Стаття може бути повернена для доопрацювання.
6. Рукописи авторам не повертаються.
7. Збірник з опублікованою статтею надсилається авторові поштою або видається у редакції.

Вимоги до оформлення статей

1. Обсяг статті не більше 15 сторінок (10 тис. знаків) формату А4 (210 x 297) щільність 80-90 г/м², надрукованих у двох примірниках на комп'ютері з використанням шрифтів текстового редактору Microsoft Word (Times New Roman) розміру 14 пт з міжрядковим інтервалом півтора (1,5) по всій статті.
2. Ширина полів сторінки: всі поля – 2 см.
3. До комплекту файлів має бути додано опис, де зазначаються: назва текстового редактора, імена файлів, назви збірника і статті, прізвище, ім'я та по батькові авторів.
4. Матеріали статті приймаються до публікації в електронній версії у вигляді файлів (текст форматами DOC, RTF, графіки, рисунки – TIFF) на CD диску. До редакції приймаються документи Microsoft Word версій до 2003 року (Word 11, Microsoft Office 2003). Документи Word 2007, Word 2010, в форматі .docx не приймаються.
5. **Формули** (нумерація, якщо вона необхідна, ставиться справа у дужках, вирівнюється справа), **рисунки й таблиці** вставляються по тексту одразу після посилання на них.
6. Ілюстрації повинні бути чіткими, формули – написані загально прийнятою символікою. Розмір шрифту в ілюстрованому матеріалі не менше 12 пт.
7. Звертаємо увагу на те, що рядки тексту в межах абзацу не повинні розділятися клавішею Enter. Текст не повинен мати переносів та інших елементів форматування.
8. У статтях повинна використовуватись система одиниць СІ.
9. Матеріали, подані до збірника, мають відповідати вимогам Постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 р. №7-05/1 “Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України”, Постанова Кабінету Міністрів України від 27 січня 2010 р. №55 «Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею» та повинні мати такі необхідні відомості:

9.1. УДК.

9.2. Назва статті мовою, якою написана стаття (літери великі, шрифт жирний, посередині).

9.3. Прізвища та ініціали авторів мовою, якою написана стаття (шрифт жирний, посередині).

9.4. Анотація мовою, якою написана стаття. Обсяг анотації 800-900 знаків (в межах 100-125 слів). Структура анотації: мета, дослідницький матеріал, конкретний результат, висновки:

1-й абзац сформулювати з мети та завдань роботи. Не повторювати назву статті. Якщо з назви статті мета та завдання роботи є зрозумілими, то це речення слід пропустити. Наприклад, можна вказати – Розглянуті напрямки... Не використовувати такі слова як «В цій статті, в статті». Компетентні дослідники чудово розуміють, що мова йде саме про Вашу статтю.

2-й абзац – вказати дослідницький матеріал. Наприклад – Експеримент проводився... Або проведено аналіз більше 30 літературних джерел...

3-й абзац – конкретні результати дослідження. Наприклад – Встановлено..., З'ясовано..., Показано... та ін.

4-й абзац – навести короткі та конкретні висновки. Не рекомендується вказувати, що Ваш підхід або методика є кращими, ніж в інших авторів. Це є зрозумілим із самого статусу статті як наукової.

При підготовці анотації слід виходити з того, що Ви пишите для компетентних дослідників і широкого кола потенційних англомовних користувачів. Тому можете вводити до анотації спеціальні терміни. Слід чітко викладати свою позицію. Від стилю її викладення залежить кількість звертань і, що є особливо важливим і актуальним сьогодні, кількість цитувань Вашої публікації. Анотація не повинна містити загальних слів.

9.5. Ключові слова мовою, якою написана стаття: по 1 слову через кому, але не більше 5-6 слів, найбільш характерних для статті та по яких Вашу публікацію буде легко знайти в електронному інформаційному просторі.

9.6. Прізвища та ініціали авторів, назва статті, анотація, ключові слова російською чи українською мовою (в залежності від мови, якою написана стаття).

9.7. Прізвища та ініціали авторів англійською мовою – згідно з системою транслітерації – Паспортна 2010 р. (<http://slovnyk.ua/services/translit.php>. (див. додаток 1), **назва статті, анотація та ключові слова** англійською мовою.

9.8. Текст статті.

9.9. Список використаних джерел українською або російською мовами відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1-2006 і англійською мовою – відповідно до міжнародних стандартів (див. додаток 2). Список використаних джерел повинен містити публікації за останні 10 років.

10. Автори повинні дотримуватися такого загального плану побудови статті:

- постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які посилається автор, визначення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття;
- виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;

- експериментальна частина, якщо вона є у дослідженні містить описання використаних або розроблених методик;
- висновки з проведеного дослідження та перспективи подальших розробок у обраному напрямку.

Кожен з цих пунктів нумерується за порядком, крім висновків.

11. До редакції передаються два екземпляри всіх матеріалів статті, роздрукованих на лазерному принтері з однієї сторони аркуша. Другий екземпляр матеріалів статті підписується всіма авторами.
12. Редакція залишає за собою право редакційної правки статті.
13. Статті, відіслані авторам на доопрацювання, повинні бути повернені до редакції не пізніше, ніж через 10 днів після її одержання. В авторській коректурі допускаються виправлення лише помилок набору.
14. Стаття повинна супроводжуватися авторською довідкою (для кожного автора).

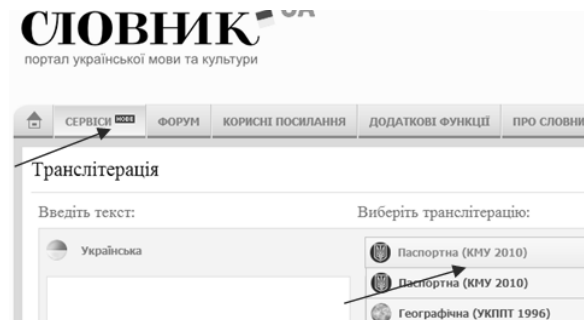
Авторська довідка (українською, російською, англійською мовами):

- Назва статті
- Прізвище, повне ім'я та по батькові (англійська мова – відповідно до системи транслітерації), рік народження.
- Вчений ступінь, вчене звання
- Ідентифікатор ORCID (єдиний міжнародний реєстр вчених) – <http://orcid.org/> (див. додаток 3);
- Місце роботи (українською та англійською мовами – повне, офіційно прийнята назва)
- Посада
- Адреса для листування. Для контакту – телефон, факс, E-mail.
- Адреса для відправки авторського екземпляру.
- У кінці довідки треба зазначити: «Поданий матеріал раніше не публікувався і до інших видавництв не надсилався». «Не заперечую проти виставлення повного тексту статті на Сайт Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, в реферативну базу даних «Україніка наукова» та повнотекстову базу даних «Наукова періодика України», Сайт наукової бібліотеки УІПА» і на Сайт Наукової електронної бібліотеки eLIBRARY.RU.
- Особистий підпис кожного автора.

ДОДАТОК

1. Система транслітерації

Прізвища, ім'я та по батькові англійською – згідно з системою транслітерації (Паспортна 2010 р. КМУ) <http://slovnyk.ua/services/translit.php>



Один з найпоширеніших стандартів транслітерації української мови для використаних джерел літератури є Американська (BGN/PCGN). <http://slovnyk.ua/services/translit.php>

Зразок:

Iznairov B.M., Obespechenie ratsional'nykh geometricheskikh parametrov mnogozvennykh soedinenii i rezervirovanie ikh elementov [Rational Geometric Parameters of Multicomponent Joints and Backup of Their Components], Saratov: SGTU, 2008, pp. 234-238.

2. Список літератури англійською мовою (References)

1. Не включати до опису заголовки статей ;

У всіх описах виключати не значущі для вивчення посилань елементи і залишати , по можливості, найнеобхідніші дані (для всіх видів видань) : – автори (все), назва першоджерела, вихідні дані.

2. Вихідні дані обов'язкові:

- для статей з журналів: рік, том (за наявності), номер, сторінки;
- для книжкових видань (монографії, збірники, матеріали конференцій): місце видання, рік, сторінки; російською мовою обов'язкова транслітерація оригінальної назви (курсивом) і переклад назви на англійську мову (у квадратних дужках).

Зразок:**References**

1. для статей з часописів

Author B.B., Author C.C. Title of Journal, 2005, 10(2), pp. 49-53

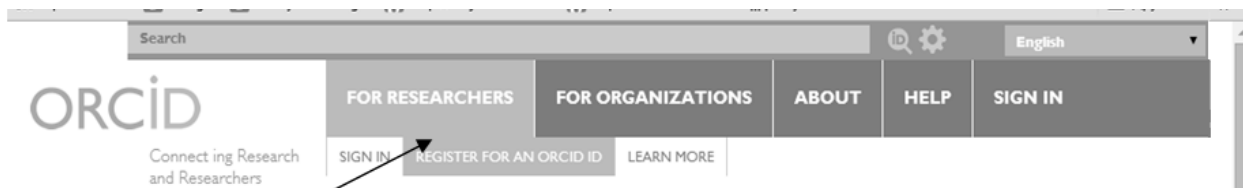
Cerkovnaia E.V., Prikhod'ko A.I., Poproshaev A.V. Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo vihovanna i sportu [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2008, vol.8, pp. 154-158.

2. Для книжкових видань (монографії, збірники, матеріали конференцій)

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of the book, New York: New Press, 2011, pp. 190-199.

Iznairov B.M., Obespechenie ratsional'nykh geometricheskikh parametrov mnogozvennykh soedinenii i rezervirovanie ikh elementov [Rational Geometric Parameters of Multicomponent Joints and Backup of Their Components], Saratov: SGTU, 2008, pp. 234-238.

3. Реєстрація в ORCID (єдиний міжнародний реєстр вчених) – <http://orcid.org/>



Register for an ORCID iD

ORCID provides a persistent digital identifier that distinguishes you from every other researcher and, through integration in key research workflows such as manuscript and grant submission, supports automated linkages between you and your professional activities ensuring that your work is recognized.

First name *

Last name

Email *

Re-enter email *

Password *

Confirm password *

<http://mgssupress.ru/files/Journals/ORCID.pdf> – інструкція

Зразок: Poprshaev O. V. ORCID: 0000-0001-7059-341X; fiz01@mail.ru; National Univrsity “

Збірник наукових праць «Машинобудування» (Українська інженерно-педагогічна академія МОНМС України) затверджено постановою Президії ВАК України від 23.02.2011р. № 1-05/2 як наукове фахове видання України, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття ступенів доктора і кандидата технічних наук

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

УДК 621 – 622

Машинобудування. Збірник наукових праць. Випуск 13. – Харків, Українська інженерно-педагогічна академія (УІПА), 2014. – 189 с.

У збірнику подано результати наукових досліджень в галузі машинобудування. Розглянуто важливі проблеми міцності, стійкості, роботоздатності, динаміки вантажопідйомних, транспортуючих машин та верстатів, а також питання технології машинобудування.

Для викладачів, науковців, аспірантів, фахівців в галузі машинобудування.

SCIENTIFIC EDITION

UDC 621 – 622

Engineering. Collection of Scientific Papers. Volume 13. – Kharkiv, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy (UEPA), 2014. – 189 p.

There were considered the important problems of strength, steadiness, capacity for work, dynamics of loading transporting, technological, machines and importers, also a question of machine-building technologic.

For instructors, research workers, post graduates, experts in the field of machine-building.

Підписано до друку 24.06.2014

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк ризографічний.

Умов. друк. арк. – 17,5.

Тираж 300 прим. Ціна договірна.

Надруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФОП Петров В.В.
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців.

Запис № 24800000000106167 від 08.01.2009 р.

61144, м. Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, к. 137, тел. (057) 778-60-34.

e-mail: bookfabrik@rambler.ru