

ЖУРНАЛ ВЫХОДИТ ПРИ СОДЕЙСТВИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ
ЖУРНАЛ ВХОДИТ В ПЕРЕЧЕНЬ УТВЕРЖДЕННЫХ ВАК РФ ИЗДАНИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИЙ ТРУДОВ СОИСКАТЕЛЕЙ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ

7 2008
(96)

СОДЕРЖАНИЕ

Современные технологии сборки	
Воячек И.И., Евстифеева Е.А. Совершенствование технологии сборки и проектирования соединений с натягом с применением анаэробных материалов	3
Абрамов К.Н. К вопросу использования методов вероятностного моделирования при расчете размерных цепей	6
Журавлев А.Н. Анализ технологических связей структурно упорядоченной сборки резьбосварных соединений	9
Татаркин Е.Ю., Хоменко В.В. Формообразование узлов крепления в тонкостенных деталях методом пластического сверления	12
Сборочное оборудование и его элементы	
Антонец И.В. Децентрализованные электромагнитные устройства автоматического адресования штучных грузов для конвейерных систем	14
Технологическая оснастка для сборки	
Кристалль М.Г., Стегачев Е.В. Применение пневмовихревых захватных устройств для вибрационной сборки	21
Сборочно-сварочные работы. Пайка	
Поправка Д.Л., Иньякин Д.А. Параметры движения электрода при сварке продольно-гофрированных пластин в процессе ремонта обсадных колонн	25
Сборка с использованием клеев	
Вартанов М.В., Шкурко Л.С., Власов А.И. Влияние клеевой прослойки на вибро-демпфирование конструкции	27
Обеспечение качества. Испытания. Контроль	
Шуваев В.Г., Папшев В.А. Оценка качества соединений методами вибрационной диагностики в процессе автоматизированной сборки деталей типа вал-втулка	30
Разборка. Ремонт	
Квагинидзе В.С., Водолазский А.А. Совершенствование методов ремонта бульдозеров в условиях россыпных месторождений Севера	33
Коган Б.И. Создание научных основ технологического обеспечения качества ремонта машин	35
Техническое обслуживание оборудования. <i>Продолжение</i>	38
Подготовка специалистов	
Ольштынский П.В., Мартыненко О.В. Практическое обучение на среднетехническом факультете в условиях многоуровневого профессионального образования	43
В порядке обсуждения	
Григорьев В.С. О взаимосвязи сборки и самосборки при образовании соединений	46
Технологическая оснастка	
Микитянский В.В., Микитянская Л.М. Эффективность применения приспособлений	50
Зарубежный опыт	
Андреев А.Г. Новости техники и технологии	53
Соединения деталей машин	
Крайнев А.Ф. Подвижные соединения и уплотнения (функциональная целесообразность и технологичность)	2-я, 3-я стр. обложки

Председатель редакционного совета
Ф.М. МИТЕНКОВ, академик РАН

Редакционный совет

МОСКВА

В.М. БЕДРИН	А.В. МЕДАРЬ
А.С. ВАСИЛЬЕВ	Е.А. МИКРИН
(главный редактор)	Ю.Ф. НАЗАРОВ
А.А. ГУСЕВ	В.В. ПОРОШИН
А.М. ДАЛЬСКИЙ	О.Н. РУМЯНЦЕВА
И.Н. ЖЕСТКОВА	Б.В. ШАНДРОВ
(зам. главного редактора)	А.А. ШАТИЛОВ
Ю.Л. ИВАНОВ	А.Г. ХОЛОДКОВА
Ю.Г. КОЗЫРЕВ	Г.А. ЯРКОВ
А.И. КУМЕНКО	

Региональные редсоветы

АСТРАХАНЬ

В.В. МИКИТЯНСКИЙ

БЕЛГОРОД

Н.А. ПЕЛИПЕНКО

БРЯНСК

О.А. ГОРЛЕНКО

ВЛАДИВОСТОК

Ю.Н. КУЛЬЧИН

А.А. СУПОНА

В.М. КОРНИЕНКО

ВОЛГОГРАД

В.Г. КАРАБАНЬ

М.Г. КРИСТАЛЬ

В.И. ЛЫСАК

В.М. ТРУХАНОВ

ИЖЕВСК

И.В. АБРАМОВ

Б.А. ЯКИМОВИЧ

В.Г. ОСЕТРОВ

И.К. ПИЧУГИН

КАЗАНЬ

Р.И. АДГАМОВ

КОВРОВ

Ю.З. ЖИТНИКОВ

КОЛОМНА

Ю.Д. АМИРОВ

КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ

Б.Н. МАРЬИН

В.И. ШПОРТ

А.М. ШПИЛЕВ

НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ

С.В. ДМИТРИЕВ

Р.М. ХИСАМУТДИНОВ

ОМСК

В.Н. КОСТЮКОВ

ОРЕЛ

Ю.С. СТЕПАНОВ

Г.А. ХАРЛАМОВ

ОРЕНБУРГ

А.Н. ПОЛЯКОВ

А.И. СЕРДЮК

А.П. ФОТ

РЫБИНСК

В.Ф. БЕЗЪЯЗЫЧНЫЙ

В.В. НЕПОМИЛУЕВ

А.Н. СЕМЕНОВ

САМАРА

М.В. ЕВДОКИМОВ

Ю.А. ВАШУКОВ

Г.А. КУЛАКОВ

В.А. НИКОЛАЕВ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

В.Ф. КУЗЬМИН

Е.В. ШАЛОБАЕВ

ТОЛЬЯТТИ

А.И. РЫЖКОВ

Б.Ф. ХАЗОВ

ХАБАРОВСК

В.А. ЛАШКО

Украина

КИЕВ

А.С. ЗЕНКИН

В.А. МАТВИЕНКО

ДОНЕЦК

А.И. МИХАЙЛОВ

СЕВАСТОПОЛЬ

Е.Л. ПЕРВУХИНА

ХАРЬКОВ

Б.М. АРПЕНТЬЕВ

Беларусь

МИНСК

В.Л. БАСИНЮК

ГОМЕЛЬ

В.Е. СТАРЖИНСКИЙ

ПОЛОЦК

М.Л. ХЕЙФЕЦ

Ответственные за подготовку и выпуск номера:

Н.М. КУЩ-ЖАРКО, О.Н. ЛУТОВИНИНА,
Л.В. САВЕЛЬЕВА

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № 77-1747 от 25 февраля 2000 г.

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении (индексы по каталогу "Роспечать" – 79748, Объединенному каталогу "Пресса России" – 84967, каталогу "Почта России" – 60257) или непосредственно в издательстве
Тел.: (495) 268-38-42; тел./факс: 268-85-26. Факс: (495) 269-48-97.

E-mail: sborka@mashin.ru

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале "Сборка в машиностроении, приборостроении", допускаются только с разрешения редакции и со ссылкой на источник информации.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

THE MONTHLY
NEWSMAGAZINE
FOR SCIENTISTS
AND MANUFACTURERS

ASSEMBLING



IN MECHANICAL ENGINEERING AND INSTRUMENT-MAKING

THE MAGAZINE IS PUBLISHED UNDER THE PATRONAGE OF INTERNATIONAL UNION OF MECHANICAL ENGINEERS
THE JOURNAL IS AMONG THOSE APPROVED BY AAC RF FOR DISSERTATION PUBLICATION

7 2008
(96)

CONTENTS

Modern Technologies in Assembly	
Voyachek I.I., Evstifeeva E.A. The perfection of assembling technology and design of joints with tension using anaerobe materials	3
Abramov K.N. To the question of the use of methods of probabilistic design at the calculation of dimension chains	6
Zhuravlev A.N. Analysis of technological relations of a thread and weld joint structurally-ordered assembling process	9
Tatarkin E.Y., Homenko V.V. Fastener assembly forming in thin-wall details by plastic drilling method	12
Assembly Equipment and Its Elements	
Antonets I.V. Decentralized electromagnetic devices of unit-load automatic addressing for conveyor systems	14
Production Tools and Machinery for Assembly	
Kristal M.G., Stegachev E.V. Application of pneumovortical gripping units for vibrating assembly	21
Assembly Welding Works. Solder	
Popravka D.L., Injakin D.A. Parameters of electrode moving by welding of lengthway-corrugated membranes during casing strings repair	25
Assembly with Use Glue	
Vartanov M.V., Shkurko L.S., Vlasov A.I. Influence of vibration-proof glutinous structure on absorption of noise from the engine	27
Quality Assurance. Testing. Monitoring	
Shuvaev V.G., Papshev V.A. Estimation of joints quality by the vibration monitoring techniques in process of automated assembly of the parts of the sleeve-shaft system type	30
The Dismantling. Repair	
Kvaginidze V.S., Vodolazkiy A.A. Repair methods improvement of bulldozers in conditions North gravel deposits	33
Kogan B.I. Generation of scientific basis for technological quality assurance on-repair	35
Servicing of equipment. <i>A prolongation</i>	38
Preparation of Experts	
Olshinsky P.V., Martynenko O.V. Practical training on secondary technical faculty in the conditions of multilevel vocational education	43
Discussing	
Grigorjev V.S. About interconnection of assembling and selfassembling while making joints	46
Production Tools	
Mikityanski V.V., Mikityanskaya L.M. Assessment of the effect of design parameters on the efficacy of a device	50
Foreign Experience	
Andreev A.G. Engineering and technology news	53
Connections of Details Machines	
Kraiev A.F. Mobile connections and condensations (functional expediency and adaptability to manufacture)	2-nd, 3-d pp. of cover

Chair of Editorial Advisory Board –
Member of Russian Academy of Science
F.M. MITENKOV

Editors

MOSCOW

BEDRIN V.M.
VASIL'EV A.S.
(Chief editor)
DALSKY A.M.
GUSEV A.A.
ZHESTKOVA I.N.
(Deputy chief editor)
IVANOV YUL.
KOZYREV YU.G.
KUMENKO A.I.

MEDAR' A.V.
MIKRIN E.A.
NAZAROV Yu.F.
POROSHIN V.V.
RUMIANTSEVA O.N.
SHANDROV B.V.
SHATILOV A.A.
KHOLODKOVA A.G.
YARKOV G.A.

Regional editors

ASTRACHAN

MIKITIANSKI V.V.

BELGOROD

PELIPENKO N.A.

BRIANSK

GORLENKO O.A.

VLADIVOSTOK

KULSHIN Yu.N.

SUPONIA A.A.

KORNIENKO V.M.

VOLGOGRAD

KRISTAL M.G.

KARABAN' V.G.

LYSAK V.I.

TRUKHANOV V.M.

IZNEVSK

ABRAMOV I.V.

YAKIMOVICH B.A.

OSETROV V.G.

PITCHUGIN I.K.

KAZAN

ADGAMOV R.I.

KOVROV

ZHITNIKOV Yu.Z.

KOLOMNA

AMIROV Yu.D.

KOMSOMOLSK-ON-AMUR

MARJIN B.N.

SCHPORT V.I.

SHPILEV A.M.

NABEREZHNYE CHELNY

DMITRIEV S.V.

KHISAMUTDINOV R.M.

OMSK

KOSTIUKOV V.N.

OREL

STEPANOV Yu.S.

KHARLAMOV G.A.

ORENBURG

POLYAKOV A.N.

SERDUK A.I.

FOT A.P.

RYBINSK

BEZIAZYSHNY V.F.

NEPOMILUEV V.V.

SEMENOV A.N.

SAMARA

EVDOKIMOV M.V.

VASHUKOV Yu.A.

KULAKOV G.A.

NIKOLAEV V.A.

ST.-PETERSBURG

KUZMIN V.F.

SHALOBAEV E.V.

TOLIATI

KHAZOV B.F.

RYZHKOVA A.I.

KHABAROVSK

LASHKO V.A.

Ukraine

KIEV

ZENKIN A.S.

MATVIENKO V.A.

DONETSK

MIKHAILOV A.I.

SEVASTOPOL

PERVUKHINA E.L.

KHARKOV

ARPENTIEV B.M.

Belarus

MINSK

BASINJUK V.L.

GOMEL

STARZHINSKI V.E.

POLITSK

KHEIFETZ M.L.

Executive editors of current issue:

KUSH-ZHARKO N.M., LUTOVININA O.N.,

SAVELIEVA L.V.

The journal is registered by RF Ministry of Press, Tele- and Broadcasting and Mass Communications Media. Registration certificate ПИ № 77-1747, February 25, 2000 Free price

Journal is distributed on subscription, which can be issued in any post office (index on the catalogue of the "Rospechat" agency 79748, the union catalogue "Pressa Rossii" 84967, the catalogue "Pochta Rossii" 60257) or directly in editorial of the journal.
Ph.: (495) 268-38-42; ph./fax: 268-85-26. Fax: (495) 269-48-97.
http://www.mashin.ru E-mail: sborka@mashin.ru
Labor Red Banner Order Public Corporation "Publishing House "Mashine Building" 107076, Moscow, Stromynsky per. 4
The reference to the *Assembling in Mechanical Engineering and Instrument-Making Journal* during reprint of the materials is mandatory.
Advertisers are responsible for the content of their advertisements.

И.И. Воячек, д-р техн. наук, Е.А. Евстифеева
(Пензенский государственный университет)

Совершенствование технологии сборки и проектирования соединений с натягом с применением анаэробных материалов

Разработана методика конструкторско-технологического проектирования соединений с натягом с применением анаэробных материалов, позволяющая наиболее рациональным образом обеспечить функциональные характеристики соединений и снизить ресурсоемкость сборочных единиц.

Technology of the design – process (construction-technological) engineering of joints with tension using anaerobe materials is developed. It helps to realize functional characteristics of joints in the most rational way and make capacity of assembling units low.

Ключевые слова: соединения с натягом, анаэробные материалы, конструкторско-технологическое проектирование, функциональные характеристики.

Keywords: joints with tension, anaerobe materials, design – process engineering, functional characteristics.

Одним из методов сборки соединений с натягом является нанесение анаэробных материалов, которые полимеризуются в зоне контакта деталей без доступа воздуха, образуя прочное и герметичное соединение [1].

Анаэробные материалы (АМ) выпускают как зарубежные фирмы (Loctite, Chester Molecular, Permabond, Holdtite), так и отечественные (ФГУП "НИИполимеров"). Наиболее важными функциональными характеристиками АМ являются:

- температурный диапазон работоспособности ($t = -55...+250$ °С);
- максимальный зазор между соединяемыми поверхностями ($S_{\max} = 0,5$ мм);
- вязкость ($7...5 \cdot 10^5$ МПа/с, причем последнее значение относится к пастообразным АМ);
- максимальная прочность на сдвиг в полимеризованном состоянии ($\tau_{\text{сд max}} = 35$ МПа);
- время отверждения или полимеризации (от 5 мин – начальная полимеризация, до 24 ч – полная полимеризация, с применением активатора время полимеризации резко уменьшается).

Если к этим характеристикам добавить достаточно высокую стойкость к агрессивным средам и к воздействию динамических нагрузок, то можно рекомендовать при сборке узлов, работающих в широком диапазоне условий эксплуатации, применение АМ. Следует также отметить, что стоимость АМ колеблется в весьма широких пределах (цена флакона объемом 50 мл составляет от 500 до 2000 рублей).

Важным этапом проектирования технологии сборки с применением АМ является рациональный выбор их марок в зависимости от действующих на соединение нагрузок и условий эксплуатации.

Выбор марок АМ с возможностью создания необходимой силы относительного сдвига деталей после полимеризации следует проводить с использованием соотношения

$$\tau_{\text{сд}} \geq \frac{T_3 n - T}{\lambda A_p (1 - \eta)}, \quad (1)$$

где T_3 – эксплуатационная нагрузка на соединение;

n – коэффициент запаса прочностных свойств соединения;

T – сила относительного сдвига соединенных с натягом деталей, определяемая сдвиговой прочностью металлического контакта сопрягаемых поверхностей;

$\lambda = 0,8...0,9$ – коэффициент, учитывающий неравномерность нанесения АМ, его действительное значение прочности, а также погрешность применяемых расчетных моделей соединений с натягом;

A_p – часть номинальной рациональной площади соединения с натягом, на которую предполагается нанесение АМ;

$\eta = \frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{н}}}$ – относительная фактическая площадь

металлического контакта сопрягаемых поверхностей;

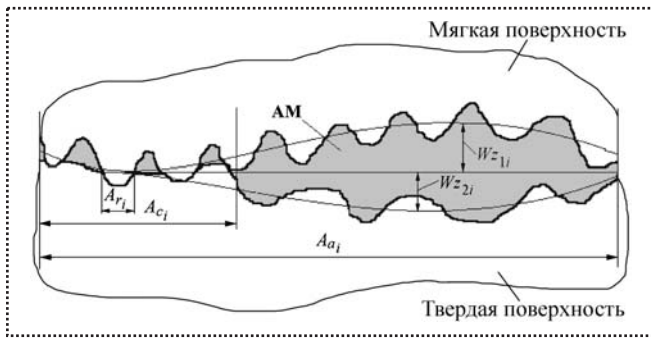


Схема контакта деталей, соединяемых с натягом с применением АМ

$A_{\text{ф}}$ – фактическая площадь металлического контакта;

$A_{\text{н}} = \pi D l$ – номинальная площадь соединения;

D, l – диаметр и длина соединения соответственно.

Если предполагают наносить АМ по всей номинальной площади соединения, то $A_{\text{р}} = A_{\text{н}}$ (данное условие необходимо использовать на первом этапе проектирования). На рисунке показан контакт деталей, соединяемых с натягом и имеющих шероховатые и волнистые сопрягаемые поверхности различной твердости (условно твердая и мягкая). На схеме показан некоторый i -й участок контакта и элементарные фактическая $A_{\text{ф}i}$, контурная $A_{\text{к}i}$ и номинальная $A_{\text{н}i}$ площади контакта, образующиеся на этом участке, средние высоты волнистости Wz_{1i} и Wz_{2i} на поверхностях вала и втулки соответственно (волны показаны более плавными кривыми), а также наличие АМ в зоне контакта.

Разработаны методики расчета $T, A_{\text{ф}}$ и η при поперечной (с нагревом и охлаждением) и продольной (под прессом) сборке соединений с натягом с учетом параметров шероховатости и волнистости, а также физико-механических свойств сопрягаемых поверхностей.

Для приближенных расчетов можно дать упрощенную оценку данных параметров. Так как обычно фактическая площадь контакта деталей при малых и средних уровнях относительных натягов (давлений) составляет небольшую часть от номинальной площади, то можно принять, что $\eta = 0,1 \dots 0,2$.

Значение T можно оценить по формуле [3]:

$$T = p_{\text{н}} f \pi D l, \quad (2)$$

где $p_{\text{н}}$ – номинальное контактное давление в соединении с натягом, определяемое по формуле Ламе;

f – коэффициент трения, зависящий от методов сборки соединений с натягом, качества сопрягаемых поверхностей и контактирующих материалов [3].

Другим соотношением для определения T является

$$T = \tau_{\text{сд}} \eta \pi D l, \quad (3)$$

где $\tau_{\text{сд}}$ – удельная сдвиговая прочность металлического контакта, за которую можно принять пластическую постоянную более мягкого из контактирующих материалов: $\tau_{\text{сд}} = \sigma_{\text{м}}/2$ ($\sigma_{\text{т}}$ – предел текучести более мягкого материала).

Если марка АМ уже выбрана или выбор ограничен, то из соотношения (1) необходимо определить рациональную $A_{\text{р}}$ площадь нанесения АМ, так как его нанесение по всей номинальной поверхности соединения не всегда оправдано из-за излишнего запаса прочностных свойств. Рациональная площадь нанесения АМ равна

$$A_{\text{р}} = \frac{T_{\text{н}} n - T}{\lambda \tau_{\text{сд}} (1 - \eta)}. \quad (4)$$

Другой важной задачей является определение оптимального объема наносимого АМ, который бы являлся необходимым и достаточным для заполнения пустот в зоне контакта деталей после сборки.

Оптимальный объем наносимого АМ можно определить по формуле

$$V = V_{\text{п}} = \left(\frac{Wz_{1i}}{2} + \frac{Wz_{2i}}{2} + Rp_1 + Rp_2 - \delta \right) A_{\text{р}} k, \quad (5)$$

где $V_{\text{п}}$ – объем пустот в зоне контакта соединяемых деталей;

Wz_{1i} и Wz_{2i} – средняя высота волнистости вала и втулки соответственно;

Rp_1 и Rp_2 – глубины сглаживания шероховатой поверхности вала и втулки соответственно, определяемые по справочной литературе [4], профилограммам или по формуле

$$Rp = \left[\frac{Ra R_{\text{max}}^{\nu} (\nu + 1)}{2b} \right]^{\frac{1}{1+\nu}}; \quad (6)$$

где Ra и R_{max} – параметры шероховатости;

b, ν – параметры степенной аппроксимации опорной кривой профиля шероховатости;

δ – сближение сопрягаемых поверхностей при сборке, определяемое суммированием сближений



за счет внедрения $\delta_{\text{вн}}$ неровностей твердой поверхности в материал более мягкой поверхности и за счет упругой деформации $\delta_{\text{вол}}$ волн;

$k = 1, 2 \dots 1, 5$ – коэффициент, учитывающий поперечную волнистость и шероховатость, неравномерность нанесения АМ, а также то, что часть АМ остается на инструменте для его нанесения.

Авторами разработаны методики расчета значений δ , $\delta_{\text{вн}}$, и $\delta_{\text{вол}}$, учитывающие метод сборки (поперечный или продольный), качество сопрягаемых поверхностей и величины натягов. Для приближенных оценочных расчетов можно воспользоваться соотношением

$$\delta \cong (0,15 \dots 0,2)(Rz_1 + Rz_2 + Wz_1 + Wz_2), \quad (7)$$

где Rz_1 и Rz_2 – средняя высота неровностей вала и втулки соответственно.

При поперечном методе сборки соединений с натягом путем нагрева втулки необходимо оценивать возможность применения АМ, учитывая его температурную стойкость. Температура t нагрева охватываемой детали при сборке должна быть меньше предельной температуры, при которой АМ сохраняет свою работоспособность t_{max} :

$$t_{\text{max}} \geq t = \frac{\delta_{\text{max}} + \Delta_{\text{сб}}}{\alpha_2 D} + t_{\text{ср}}, \quad (8)$$

где δ_{max} – максимальный натяг в соединении;

$\Delta_{\text{сб}}$ – сборочный зазор между деталями;

α_2 – коэффициент линейного расширения материала втулки;

$t_{\text{ср}}$ – температура окружающей среды.

Что касается выбора вязкости АМ, то для соединений, собираемых продольным методом (под прессом) и с небольшим уровнем натягов рекомендуются марки АМ со средней и высокой вязкостью, а при сборке поперечным методом и с относительно большими натягами – с малой и средней вязкостью.

Пример рационального проектирования соединения с натягом при сборке с АМ

В качестве примера проведем рациональное конструкторско-технологическое проектирование соединения с натягом, собираемого с АМ и имеющего следующие конструктивные и технологические параметры.

Номинальный диаметр $D = 30$ мм, наружный диаметр втулки $D_1 = 50$ мм, внутренний диаметр

вала $d = 10$ мм, длина соединения $l = 40$ мм. Материал втулки – Ст. 40Х, вала – бронза Бр А9Ж4. Действующая на соединение эксплуатационная осевая нагрузка $nT_3 = 52$ кН. Сопрягаемые поверхности обработаны точением. Параметры шероховатости и волнистости сопрягаемых поверхностей вала и втулки соответственно равны $Ra_1 = Ra_2 = 3,2$ мкм, $Wz_1 = Wz_2 = 6$ мкм. Метод сборки – поперечный с нагревом втулки.

Расчет, проведенный по методике [3] и по формуле (2), показал, что передачу эксплуатационной нагрузки при $f = 0,2$ может обеспечить соединение с натягом не меньше 0,035 мм, собранное без АМ. Предположим, что это соединение будет выполнено по стандартной посадке Н8/с7 (с натягом 4...68 мкм) и собрано с применением АМ.

Для соединений с натягом 4 мкм $T = 5,96$ кН. Подставляя это значение, $nT_3 = 52$ кН, $\eta = 0,1$ и $\lambda = 0,8$ в формулу (1), определяем, что применение при сборке АМ с $\tau_{\text{сд}} \geq 17$ МПа и его нанесение на всю сопрягаемую поверхность вала обеспечивает передачу соединением эксплуатационной нагрузки при минимальном натяге 4 мкм.

Определим оптимальный объем наносимого АМ по формуле (5). Примем, что $Rp_1 = Rp_2 \cong Rz/2 = 4Ra/2 = 4 \cdot 3,2/2 = 6,4$ мкм. По формуле (7) находим $\delta = 5,64$ мкм. Таким образом, оптимальный объем АМ при $k = 1,3$ равен

$$V = V_{\text{п}} = 13,2 \cdot 10^{-3} \cdot 3768 \cdot 1,3 = 65 \text{ мм}^3 = 0,64 \text{ мл}.$$

Определим возможность использования метода сборки с нагревом втулки с учетом температурной стойкости АМ. По формуле (8) $t = 237$ °С. Поэтому для данного соединения следует использовать высокотемпературный АМ, такой как НМ–165 (фирмы Permabond), имеющий $t_{\text{max}} = +230$ °С и $\tau_{\text{сд}} = 20$ МПа.

Если применить АМ марки НМ–162 ($\tau_{\text{сд}} = 35$ МПа, $t_{\text{max}} = +200$ °С), то можно наносить его только на часть номинальной площади соединения (поверхности вала).

Определим рациональную площадь нанесения АМ. По формуле (4) находим $A_p = 1830$ мм², что составляет только 48,6 % от номинальной площади соединения. Соответственно, уменьшится и необходимый объем АМ до 0,32 мл. Если наносить АМ объемом 0,65 мл по всей номинальной площади соединения, то можно уменьшить габариты и



материалоемкость узла за счет уменьшения посадочной длины соединения.

Следует отметить, что небольшое кратковременное превышение $t > t_{\max}$ допустимо, учитывая, что нагретая втулка при остывании будет касаться АМ и ее температура будет существенно ниже $t = 237^\circ\text{C}$.

Таким образом, применяя разработанную методику конструкторско-технологического проектирования соединений с натягом при сборке с АМ, можно достичь следующих результатов:

- осуществить рациональное использование и обоснованный выбор марки АМ, обеспечивающей заданные эксплуатационные свойства соединения;

- определить необходимую и достаточную площадь нанесения АМ на сопрягаемые поверхности деталей;

- найти оптимальный объем АМ, который следует нанести на сопрягаемые поверхности;

- определить возможность осуществления технологии сборки с нагревом втулки, исходя из температурной стойкости АМ;

- снизить ресурсоемкость спроектированного соединения при обеспечении заданных функциональных характеристик качества.

Список литературы

1. **Воячек И.И.** Применение анаэробных материалов при сборке неподвижных соединений типа вал–втулка // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2003. № 9. С. 33–37.

2. **Воячек И.И., Евстифеева Е.А.** Рациональное обеспечение качества соединений с натягом при сборке с анаэробными материалами // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2007. № 12.

3. **Палей М.А. и др.** Допуски и посадки: Справочник. В 2 ч. Ч. 1. Л.: Политехника, 1991. 7-е изд., перераб. и доп. 576 с.

4. **Справочник технолога-машиностроителя.** В 2 т. Т. 1 / Дальский А.М., Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. и др. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова и др., 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение-1, 2000. 944 с.

К.Н. Абрамов, канд. техн. наук (Оренбургский государственный университет)

К вопросу использования методов вероятностного моделирования при расчете размерных цепей

Рассмотрена проблема обеспечения требуемой точности машиностроительных изделий, решаемая посредством применения аппарата расчета размерных цепей. Перечислены существующие недостатки традиционных методов расчета конструкторских и технологических цепей, препятствующие их широкому внедрению в инженерную практику. Обоснована актуальность использования метода статистических испытаний (метод Монте-Карло).

The problem of providing of the required exactness of machine-building wares, decided by means of application of vehicle of dimension chains, is examined. The existent lacks of traditional methods of calculation of designer and technological chains, impedimental their wide introduction in engineering practice, are transferred. Actuality of the use of method of statistical tests (Monte of Karlo).

Ключевые слова: размерная цепь, метод статистических испытаний.

Keywords: dimension chain, method of statistical testing.

Использование аппарата расчета размерных цепей (РЦ) на этапе технологического проектирования позволяет обеспечить заданную точность при минимальных затратах. Однако, несмотря на существующее теоретическое обоснование и имеющийся практический опыт, аппарат расчета РЦ не получил должного распространения. Его использование сопровождают:

- неопределенность условий применения различных методов и задач расчета РЦ;
- отсутствие четких алгоритмов расчета РЦ и низкая степень автоматизации процедур;
- относительная трудоемкость размерных расчетов;
- наличие большого числа параметров расчета;
- необходимость использования персонала высокой квалификации.

Существующие методы расчета РЦ в соответствии с [1] делят на два вида:

- расчет методом "максимум–минимум", учитывающий только предельные отклонения звеньев РЦ и самые неблагоприятные их сочетания;



■ вероятностный метод, учитывающий рассеяние размеров и вероятность различных сочетаний отклонений составляющих звеньев РЦ.

Переход к вероятностному методу расчета следует проводить при большом числе составляющих звеньев (большем 4 – 5). То есть тогда, когда закон распределения замыкающего звена приближается к нормальному. Однако расчет методом "максимум–минимум" возможен и для большего числа составляющих звеньев при равномерном законе распределения.

Выбор метода и, как следствие, результаты расчета определяются технико-экономическими показателями (качество изделия, себестоимость). Эти показатели на стадии проектирования изделия не могут быть определены с достаточной точностью. При этом процесс расчета РЦ носит субъективный характер, что не позволяет получать достоверные результаты.

Решаемые задачи при расчете РЦ:

- статические и динамические в зависимости от характера изменения звеньев РЦ во времени;
- прямые, обратные и смешанные в зависимости от состава исходных данных;
- обеспечение требуемой точности замыкающего звена РЦ.

Особенностью динамической задачи расчета является изменение размерных характеристик составляющих звеньев РЦ во времени. Решение такой задачи может быть сведено к решению ряда статических задач для различных моментов времени. Наиболее простой является *обратная задача*, заключающаяся в определении размерных характеристик замыкающего звена при известных составляющих. Данная задача имеет единственное решение. Для ее решения используют линейную последовательность арифметических действий. *Прямая задача* имеет множество решений. Она не решается однозначно, и получаемые результаты зависят от квалификации инженера.

Одним из важнейших этапов решения РЦ является выбор метода достижения требуемой точности замыкающего звена. В зависимости от выбранного метода изменяется сущность и содержание задачи расчета. Так, при использовании метода групповой взаимозаменяемости задача сводится к определению экономически обоснованной точности составляющих звеньев, числа групп разбивки и предельных отклонений для каждой из групп. Применение методов регулирования и пригонки пред-

полагает определение параметров звеньев-компенсаторов.

В настоящее время алгоритмы расчетов РЦ носят рекомендательный характер. При расчете используют значительное число параметров: коэффициент риска, коэффициент относительного рассеяния, экономическая точность обработки, стандартные значения допусков и др. Это осложняет выполнение расчетов с требуемой точностью.

Любая РЦ представляет собой совокупность составляющих звеньев, размеры которых определяют фактическое значение замыкающего звена РЦ. Размеры составляющих звеньев являются случайными величинами. Следовательно, замыкающее звено РЦ также является случайной величиной. Это дает возможность использовать в расчетах РЦ методы статистического моделирования.

Одним из таких методов является метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) [5, 6]. Его в настоящее время применяют в соответствующих модулях современных CAD/CAM/CAE-систем, таких как Proingeneer, Solid Works, Catia и др. [7, 8].

Сущность применения метода Монте-Карло для размерных расчетов заключается в многократном моделировании совокупности известных по условиям расчета звеньев с определенными законами распределения, в получении массива значений искомого звена и в последующей статистической обработке этого массива для получения характеристик искомого звена РЦ. Укрупненная схема применения метода Монте-Карло для решения обратной задачи расчета РЦ приведена на рисунке.

При каждом испытании $k=1...N$ производят моделирование одной совокупности составляющих звеньев и для нее находят значение замыкающего звена $A_{\Delta k}$:

$$A_{\Delta k} = \sum_{i=1}^{m-1} A_{i_k} \xi_i,$$

где A_{i_k} – номинальное значение i -го составляющего звена при k -м испытании;

ξ_i – передаточный коэффициент i -го составляющего звена.

Из полученного при этом одномерного массива $A_{\Delta k}$ звеньев размерностью N проводят определение размерных характеристик замыкающего звена.

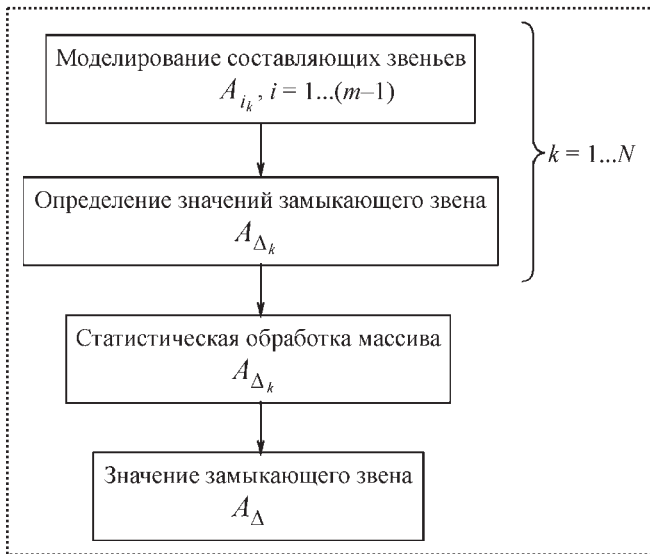


Схема применения метода Монте-Карло для решения обратной задачи расчета РЦ:

m – число звеньев РЦ; N – число испытаний; i – номер звена; k – номер испытания

Основное преимущество метода Монте-Карло – наиболее естественное отображение процессов образования погрешности замыкающего звена размерной цепи. Это позволяет отказаться от разделения методов расчета РЦ на расчеты методом "максимум–минимум" и вероятностный. Кроме того, отпадает необходимость в эмпирических коэффициентах относительного рассеяния λ_i , характеризующих отклонение законов распределения составляющих звеньев от нормального. Таким образом, метод Монте-Карло является наиболее универсальным, позволяющим упростить методику расчета РЦ.

Для реализации этого метода требуется обязательное использование средств вычислительной техники. Применение метода Монте-Карло позволяет реализовать целенаправленный перебор вариантов решений и учет взаимного влияния составляющих звеньев.

Достоверность получаемых результатов существенно зависит от способа моделирования случайных величин и от числа испытаний N . При увеличении числа испытаний точность и воспроизводимость результатов возрастают, но одновременно возрастает трудоемкость расчетов и повышаются

требования к применяемым аппаратным средствам.

Выводы

1. Расчет РЦ является одним из действенных средств повышения качества на этапах конструкторской и технологической подготовки производства.

2. Широкому распространению размерных расчетов препятствует большое число задач и методов расчета РЦ, рекомендательный характер расчетных алгоритмов, низкая степень автоматизации процессов расчета.

3. Автоматизация размерных расчетов должна производиться на основе применения статистических методов.

4. Применение метода Монте-Карло позволяет использовать универсальные алгоритмы расчета при малом количестве исходных параметров, позволяет решить динамические задачи, задачи расчета при взаимной зависимости составляющих звеньев.

Список литературы

1. РД 50-635-87. Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета линейных и угловых цепей. М.: Изд-во стандартов. 1987. 44 с.
2. Емельянов В.Н. Совершенствование методики расчета размерных цепей методом пригонки // Вестник машиностроения. 1992. № 6–7. С. 32–35.
3. Емельянов В.Н., Томак М.И. Вероятностное суммирование допусков в методе пригонки // Вестник машиностроения. 2005. № 9. С. 65–68.
4. Рабинович Л.А., Кесоян А.Г. Определение параметров групповой взаимозаменяемости для условий безотходной прецизионной сборки // Вестник машиностроения. 2005. № 1. С. 51–56.
5. Кибзун А.И., Горяинова Е.Р., Наумов А.В., Сиротин А.Н. Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами / Учеб. пособие. М.: ФИЗМАТГИЗ, 2002. 224 с.
6. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. М.: Наука, 1973. 311 с.
7. Бирбраер Р.А., Гаршин О.Ю., Зеленко В.К., Васин М.И. САПР и графика № 4, 1999 / Анализ и оптимизация размерных цепей при комплексном автоматизированном проектировании в Pro/Engineer. С. 8–13.
8. SigmundWorks. Расчет и оптимизация размерных цепей в SolidWorks / <http://www.solidworks.ru/products/sigmundworks/>.



УДК 621.757 (031)

А.Н. Журавлев, канд. техн. наук (ОАО "Волгабурмаш")

Анализ технологических связей структурно упорядоченной сборки резьбосварных соединений

Рассмотрен анализ технологических связей структурно упорядоченной сборки резьбосварных соединений буровых алмазных долот, на основании которого предложена совокупность критериев оптимизации параметров сборочного процесса.

Considers the analysis of technological relations of thread and weld joints structurally-ordered assembly of diamond bits. This analysis presents a basis for the proposed criteria of the optimization of the assembling process parameters.

Ключевые слова: структурно упорядоченная сборка; резьбосварное соединение; резьботорцовое соединение; алмазное долото; соосность.

Keywords: structurally-ordered assembly; thread and weld joint; thread and flange joint; diamond bit; coaxiality.

Сборка резьбосварных (РС) соединений буровых алмазных долот (рис. 1) включает две основные операции:

- *резьботорцовую* – сборку резьботорцового (РТ) соединения под сварку путем свинчивания корпуса 1 и ниппеля 2 посредством метрической резьбы 3 до упора в торец 4;

- *резьбосварную* – электродуговую сварку деталей по периметру стыка, которые в совокупности определяют окончательный параметр соосности S_i соединяемых деталей, являющийся основным из показателей качества алмазных долот.

Нестабильность геометрической точности собираемых изделий обусловлена случайными геометрическими, силовыми, тепловыми и другими факторами, под действием которых возникают упруго-пластические деформации случайного характера, влияющие на траекторию перемещения осей симметрии 5 и 6 соединяемых деталей.

Перспективным направлением решения указанной проблемы является использование технологии структурно упорядоченной сборки, которая направлена на уменьшение влияния случайных факторов на каждом переходе сборочного процесса

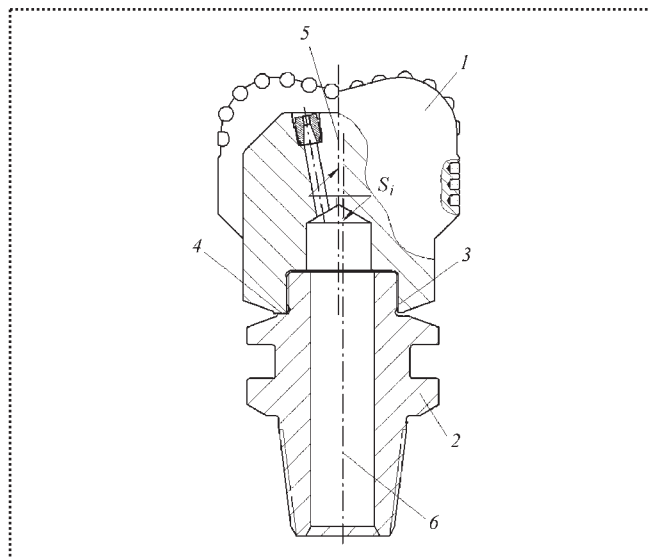


Рис. 1. Буровое алмазное долото

[1, 2]. В настоящее время в литературе недостаточно освещены вопросы стабилизации параметров сборки разъемных и неразъемных подвижных соединений осесимметричных изделий на основе их структурной упорядоченности. Кроме того, практически полностью отсутствуют исследования, посвященные стабилизации качества сборки неразъемных неподвижных РС-соединений.

В основе структурно упорядоченной сборки РС-соединений лежит принцип различной конструктивной симметрии профессора И.К. Рыльцева, согласно которому каждой компоновочной схеме сборки ставят в соответствие прогнозируемые показатели качества и эксплуатационные характеристики изделия [3].

На основе анализа литературных источников выполнена систематизация существующих типов сборки по степени упорядоченности размерных связей соединений. Это позволило выявить недостающие связи соосности РС-соединений осесимметричных деталей, необходимые для построения структурно упорядоченной сборки на основе принципа различной конструктивной симметрии (таблица).



Систематизация сборочных процессов РС-соединений по типу сборки

Наименование соединений	Резьботорцовое под сварку (РТ)				Сварное (РС)			
	1		2		3		4	
№ перехода	Предварительный		Окончательный		Предварительный		Окончательный	
Этап	Предварительный		Окончательный		Предварительный		Окончательный	
Основной параметр сборки	Момент затяжки резьбы		Плотность торцового стыка		Положение и число прихваток		Направление обхода стыка при сварке	
Наименование сборочного процесса	Метод	Учет параметра	Метод	Учет параметра	Метод	Учет параметра	Метод	Учет параметра
Неупорядоченная сборка (НС)	Полной взаимозаменяемости	–	Полной взаимозаменяемости	–	Полной взаимозаменяемости	–	Полной взаимозаменяемости	–
Частично упорядоченная сборка 1-го рода (ЧУС1)	Неполной и групповой взаимозаменяемости	+	Размерной регулировки	–	Структурной регулировки	+	Размерной регулировки	–
Частично упорядоченная сборка 2-го рода (ЧУС2)	Полной взаимозаменяемости	–	Полной взаимозаменяемости	–	Структурной регулировки	+	Полной взаимозаменяемости	+
Структурно-упорядоченная сборка (СУС)	Размерной регулировки	+	Размерной регулировки	–	Структурной регулировки	+	Направленной регулировки	+

Примечание. "+" – учитывают; "–" – не учитывают.

Для организации системы управления технологическим процессом сборки под сварку и сварки РС-соединений необходимо установить качественные и количественные взаимосвязи технологических параметров сборки с точностью изготовления и параметрами функционирования изделий. Однако в настоящее время отсутствуют системные теоретические и экспериментальные исследования функциональных взаимосвязей параметров сборочного процесса неподвижных неразъемных соединений с выходными характеристиками изделий, от которых в свою очередь зависят эксплуатационные свойства механических систем.

Процессом совмещения осей корпуса и ниппеля, определяющим качество сборки долота, можно управлять на каждом из четырех этапов (см. таблицу). Для этого необходимо установить и использовать закономерности изменения параметра соосности соединяемых деталей под действием внешних воздействий при сборке.

Природа этих воздействий различна. *На первой операции* (РТ) преобладает механическое воздейст-

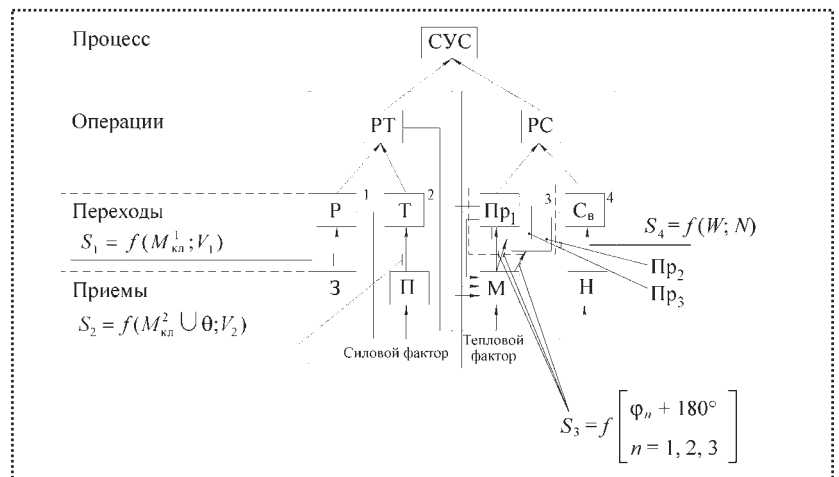
вие для завинчивания и затягивания резьбы (силовой фактор), *на второй операции* (РС) преобладают термические воздействия, сопровождающие предварительную фиксацию деталей прихватами и последующую сварку стыка (тепловой фактор). Каждый из этих факторов имеет детерминированную и случайную составляющие.

Важность учета обеих составляющих обусловлена тем, что первая ответственна за достижение минимального среднего отклонения от соосности, вторая – за минимальный разброс показателя соосности. Независимо от природы и характера воздействий, каждое из них вносит свой вклад в результирующий вектор деформации соединения, представляющий собой сумму упругих, пластических и тепловых деформаций.

Вектор деформации, в свою очередь, определяет направление и величину изменения траектории осей соединяемых деталей и поэтому подлежит контролю и коррекции после каждого сборочного воздействия. Таким образом, отдельные воздействия перестают быть взаимно независимыми и вы-



Рис. 2. Декомпозиция технологических связей СУС:
 Р, Т – резьбовое и торцовое соединения; Пр, С_в – прихватки и сварка по периметру; 3 – за-
 винчивание; П – регулирование плотности прилегания стыков; М – маркировка местопо-
 ложению прихваток; Н – выбор направления обхода периметра при сварке; 1–4 – номера пе-
 реходов



страиваются в упорядоченную систему, подчиненную единой целевой функции – стабильному обеспечению заданной соосности собираемых деталей.

Вышеприведенный системный подход был положен в основу разработки новой технологии *структурно упорядоченной сборки* (СУС) РТ и РС-соединений, декомпозиция которой приведена на рис. 2.

На основе анализа технологических связей СУС можно записать

$$\begin{aligned} \Pi_{сб} &= S_i = f(F \cup R), \\ F &= \{M_{кл}^1; M_{кл}^2 \cup \theta; n; \varphi_n; W; N\}, \\ R &= \{V_1; V_2; \sigma_i\}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\Pi_{сб}$ – показатель соосности РС соединения;

S_i – соосность РТ и РС-соединений на i -м переходе;

F – множество регулируемых воздействий СУС;

R – множество реакций на сборочные воздействия;

$M_{кл}^1, M_{кл}^2$ – моменты затяжки резьбы соответственно на первом и втором переходах;

θ – угол доворота резьбы;

n – число прихваток;

φ_n – полярные координаты (углы) расположения прихваток;

W – место начала обхода сварного шва по периметру;

N – направление обхода периметра торцового соединения при сварке;

V_1, V_2 – объемы зазоров торцового соединения соответственно на первом и втором переходах;

σ_i – остаточные напряжения на соответствующем переходе.

Выводы

1. На основе декомпозиции сборки РТ и РС-соединений показаны основные технологические связи между параметрами сборки и соосностью элементов на каждом переходе.

2. Предложены критерии оптимизации параметров сборочного процесса.

3. Предложен системный подход к обеспечению заданной соосности сопрягаемых осесимметричных элементов, положенный в основу разработки технологии СУС РС-соединений, в котором каждое сборочное воздействие направлено на достижение минимальной погрешности расположения осей. При этом параметры сборочного процесса выбирают с учетом индивидуальных (геометрических, конструктивных и др.) особенностей соединений и случайных технологических факторов.

Тематика работы входит в состав научно-исследовательских работ, проводимых в рамках тематического плана Самарского государственного технического университета по заданию Федерального агентства по образованию на 2006–2009 гг. по теме "Разработка теоретических основ структурно упорядоченной сборки тяжело нагруженных изделий машиностроения". Номер государственной регистрации НИР 01.2.006 06882.

Список литературы

1. Журавлев А.Н., Борисов М.А. Структурно упорядоченная сборка под сварку резьбовых соединений алмазных буровых долот // Сборка в машиностроении, приборостроении. № 7. 2007. С. 18–23.
2. Журавлев А.Н., Борисов М.А. Оценка качества структурно упорядоченной сборки под сварку резьбовых соединений // Изв. Томского политехнического университета. Т. 311. № 2. 2007. С. 27–30.
3. Рьльцев И.К. Повышение качества сборки машин на основе раскрытия взаимосвязи процессов их сборки и эксплуатации: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 2001. 44 с.

Е.Ю. Татаркин, д-р техн. наук, В.В. Хоменко
(АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул)

Формообразование узлов крепления в тонкостенных деталях методом пластического сверления*

Рассмотрены особенности формообразования узлов крепления в тонкостенных деталях с помощью пуансон-сверл и схема экспериментальной установки.

Ключевые слова: пластическое сверление, тонкостенная деталь.

Keywords: plastic drilling, thin-wall detail.

Крепление тонкостенных деталей к узлам и агрегатам машин, а также монтаж на них различных элементов конструкций сопряжены со значительными затратами на изготовление узлов крепления, поскольку малая толщина стенки не позволяет выполнять эти узлы непосредственно в детали без использования дополнительных элементов.

В качестве элементов крепления в таких узлах используют гладкие или резьбовые втулки, гайки, болты, шпильки, монтируемые на тонкостенных деталях с помощью сварки, пайки, клепки. Это связано с дополнительными затратами труда, материальных и энергетических ресурсов. В ряде случаев, когда монтаж узла крепления необходимо произвести в деталях с закрытыми полостями, например коллекторах теплообменников, технологическое выполнение данной операции представляет собой значительные трудности.

Опыт отечественной и зарубежной практики показывает, что снижения трудоемкости изготовления узлов крепления в тонкостенных деталях с обеспечением требуемого качества, предъявляемым к узлам крепления, можно достигнуть путем формообразования отверстия, втулки и резьбы в них без использования дополнительных деталей с помощью пластической деформации металла вращающимся пуансон-сверлом, **не имеющим режущих кромок**, с последующим накатыванием или нарезанием резьбы метчиком. В последнем случае технологию можно отнести к безотходным процессам.

*Печатается с разрешения журнала "Обработка металлов". 2004. № 2 (23).

Технология формообразования узлов крепления в тонкостенных деталях базируется на использовании пластических свойств металла, в значительной степени проявляющихся при его нагревании силами трения, возникающими в месте контакта вращающегося инструмента с заготовкой. При этом процесс формообразования узла крепления характеризуется следующими этапами (рис. 1).

На первом этапе (рис. 1, а) происходит вдавливание вращающегося пуансон-сверла в заготовку и нагрев поверхностных слоев металла силами трения.

На втором этапе (рис. 1, б) нагретый металл пластически деформируется и вытесняется вращающимся инструментом в направлении наружной поверхности заготовки.

Третий этап (рис. 1, в) характеризуется интенсивностью пластической деформации металла заготовки, как в направлении наружной, так и внутренней поверхностей.

На четвертом этапе (рис. 1, г) заканчивается формообразование узла крепления и происходит окончательное оформление его геометрических параметров.

Процесс взаимодействия инструмента с заготовкой исследован теоретически и экспериментально. Разработана математическая модель процесса, с помощью которой возможно прогнозирование размеров узлов крепления в зависимости от геометрических параметров обрабатываемого ма-

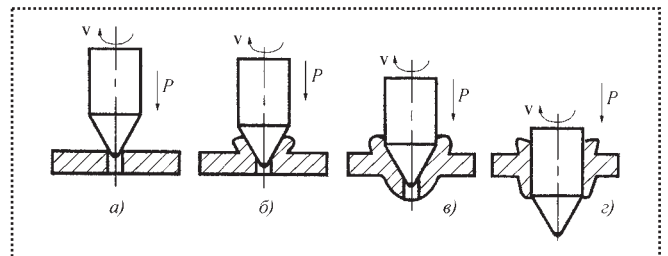


Рис. 1. Этапы взаимодействия пуансон-сверла с тонкостенной заготовкой в процессе формообразования узла крепления:

а-г — этапы процесса; v — скорость вращения пуансон-сверла; P — осевая сила формообразования узла крепления

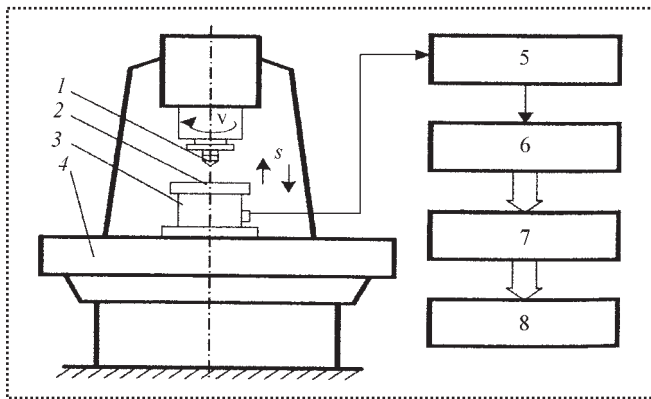


Рис. 2. Схема экспериментальной установки АССОД:
 1 – инструмент; 2 – заготовка; 3 – динамометр; 4 – станок 6М12П; 5 – тензоусилитель УТ4-1; 6 – аналогово-цифровой преобразователь (АЦП); 7 – компьютер; 8 – периферийные устройства; s – подача

териала и инструмента и расчет средней осевой силы, обеспечивающей эффективное формирование узла крепления в зависимости от частоты вращения инструмента и теплофизических параметров взаимодействующих тел.

Экспериментальные исследования проведены с использованием автоматизированного стенда сбора и обработки экспериментальных данных (АССОД), смонтированного на станке 6М12П (рис. 2).

Результаты экспериментальных исследований позволили:

- оценить адекватность математической модели процесса пластического сверления (несовпадение результатов составило 18–20 %);
- установить влияние конструктивных и геометрических параметров, технологии изготовления инструмента на его эксплуатационные характеристики и эффективность формообразования узлов крепления;
- определить характер изменения осевой нагрузки, крутящего момента, температуры в процессе формообразования узла крепления и их влияния на модификацию свойств металла тонкостенной заготовки;
- оценить прочность металла узла крепления.

Полученные результаты исследований положены в основу разработки методик проектирования инструмента и расчета режимных параметров технологического процесса.

Промышленное внедрение разработанного технологического процесса и инструмента осуществлено на ОАО ПО АМЗ (г. Барнаул) при формообразовании узлов крепления с помощью пластического сверления корпуса муфты сцепления двигателя А-41. Обрабатываемый материал – ст. 08 кп толщиной 4,5 мм. В результате внедрения из технологического процесса изготовления муфты сцепления исключена операция по монтажу (с помощью сварки) шести резьбовых втулок с внутренней резьбой М12×1,25.

ЗАО "ОРЛЭКС" приглашает организацию для выполнения работ по проектированию и изготовлению робототехнического комплекса (РТК), включающего робототехнические линии по изготовлению сборочных единиц (узлов) и сборке, регулировке, испытанию датчиков-реле температуры для домашних холодильников с последующим проведением пусконаладочных работ и сопровождением (поставкой запчастей) РТК.

Для проведения работ предоставляются чертежи, ТУ, инструкции по сборке, регулировке, проведению приемосдаточных испытаний, действующих техпроцессов сборки, регулировки и испытаний датчиков-реле температуры.

Годовая программа выпуска датчиков-реле температуры около 5 млн шт. Технико-экономическое обоснование РТК – в процессе совместной разработки технического задания.

302000, г. Орел, ул. Ломоносова, д. 6
 Тел. (4862)41-86-67, 8-960-647-35-91

Юрий Владимирович Селезнев

Децентрализованные электромагнитные устройства автоматического адресования штучных грузов для конвейерных систем

Дано обоснование актуальности создания более надежных устройств автоматического адресования штучных грузов для конвейерных систем. Проведен критический анализ разработанных конструкций децентрализованных электромагнитных устройств адресования. Показана оригинальная конструкция децентрализованного электромагнитного устройства адресования, работающая во всем диапазоне отклонений носителя информации. Сделаны выводы и рекомендации.

The article contains the ground of actuality of the creation of more reliable devices of piece loads for the conveyer systems. It adduces the critical analysis of the developed constructions of the decentralized electromagnetic addressing devices.

The original construction of the decentralized electromagnetic addressing device working in the whole of diapason of deflections of the information is shown. The conclusions and recommendations are made.

Создание рациональной и надежной системы управления подвесными толкающими конвейерами (ПТК) связано с решением задач информационного сопровождения и распределения перемещаемых грузов, синхронизации работы отдельных элементов конвейера, предотвращения аварийных ситуаций, учета и т.д. Этим объясняется появление новых разработок и исследований [1–4] устройств автоматического адресования штучных грузов, которые являются частью системы автоматического управления процессами перемещения и используются для целенаправленного передвижения груза или несущего элемента.

К современным конструкциям устройств автоматического адресования (УАА) предъявляются следующие требования:

- ♦ надежность и долговечность работы, высокая ремонтпригодность;
- ♦ исключение ложных срабатываний;
- ♦ работа в широких диапазонах скоростей и температуры окружающей среды;

- ♦ малые габариты и простота конструкции;
- ♦ возможность перенастройки адреса;
- ♦ возможность комплектации из отдельных типовых блоков;
- ♦ низкая стоимость.

Выбор устройств автоматического адресования определяют в основном эксплуатационными характеристиками конвейера, количеством адресов и максимальной скоростью перемещения адресоносителя.

Рациональное использование устройств адресования на ПТК позволит уменьшить расходы на транспортно-складские операции, сократить количество обслуживающего персонала, улучшить организацию учета и хранения грузов, исключить тяжелый ручной труд и обеспечить большую безопасность обслуживания. Капитальные затраты, необходимые для высвобождения человека, занятого на транспортных и складских операциях, в 5–10 раз меньше аналогичных затрат в основном производстве.

Мировая практика показала наиболее высокую функциональную надежность децентрализованных (сопровождающих) устройств автоматического адресования. Более 90 % внедренных устройств автоматического адресования относят к децентрализованным.

Децентрализованные устройства адресования являются частью систем управления и обеспечивают маркировку груза при отправлении и автоматическое опознавание при получении. Обобщенная блок-схема устройства адресования включает следующие блоки:

- адресователь (записывающее устройство);
- адресоноситель (запоминающее устройство);
- считыватель (устройство, считывающее информацию с адресоносителя);
- стиратель (стирающее устройство).

Структурную схему децентрализованного устройства адресования представим в виде взаимодействующих функциональных элементов (рис. 1).

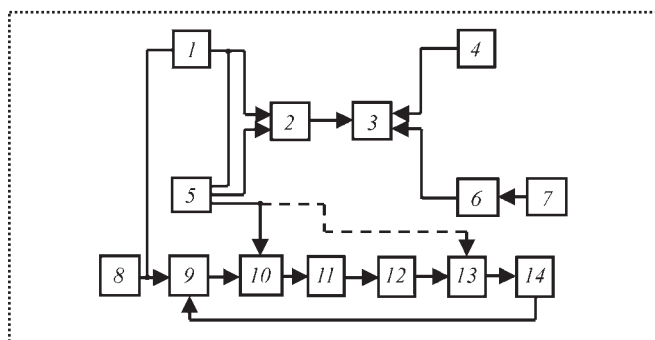


Рис. 1. Структурная схема децентрализованных устройств адресования:

1 – вычислительное устройство; 2 – блок шифратора; 3 – блок записи информации; 4, 6, 8 – путевые датчики; 5 – оператор; 7 – реле времени; 9 – двигатель; 10 – объект; 11 – носитель информации; 12 – датчик считывателя; 13 – блок дешифратора; 14 – исполнительный элемент

Носитель информации 11 обеспечивает маркировку перемещаемого объекта 10. Маркировку осуществляют путем записи информации с помощью блока записи 3, управление которым через блок шифратора 2 осуществляют оператором или вычислительным устройством.

Иногда оператор осуществляет управление по программе, но всегда сообразуясь с видом перемещаемого объекта. При этом включение и выключение осуществляют обычно с помощью путевых датчиков (соответственно 4, 6, 8). Включение блока 3 может также производиться с помощью реле времени. Носитель информации, перемещаясь совместно с объектом, воздействует на датчики считывателя информации 12. Выходы датчика 12 соединены со входами блока дешифратора 13. Блок 13 при заданной комбинации входов определяет момент включения исполнительного элемента 14, который включает двигатель 9. Двигатель 9 управляет направлением перемещения объекта. Если необходимое направление занято, то путевой датчик срабатывает и препятствует включению двигателя. Кроме того, информация о занятости линии передается оператору или в вычислительное устройство.

Децентрализованные устройства адресования, характеризуемые электромеханическим заданием и считыванием адреса на основе контактного взаимодействия блоков, отличаются относительной простотой. Однако недостатки, присущие этим устройствам, весьма существенны:

- ограничение на скорость движения конвейера;
- требование высокой точности изготовления и наладки;

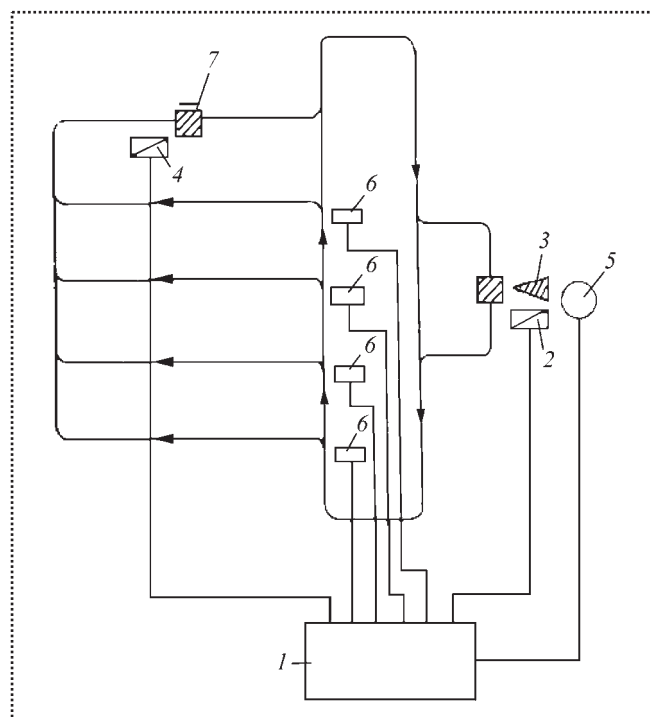


Рис. 2. Схема трассы ПТК с адресованием

- громоздкость конструкции;
- требование постоянной регулировки в процессе эксплуатации.

Несоблюдение указанных требований приводит к резкому снижению срока эксплуатации устройства.

Кроме того, механические воздействия, возникающие в процессе перемещения адресоносителя относительно блоков записи и считывания информации, приводят к появлению напряжений в деталях (элементах), которые в конечном итоге вызывают разрушение конструкций. Известно, что устройства адресования на принципе контактного взаимодействия, разработанные и внедренные на предприятиях нашей страны, оказались ненадежными и большая их часть демонтирована.

Бесконтактные электромагнитные устройства автоматического адресования штучных грузов помимо высокой надежности обладают еще теми преимуществами, что значительно снижают требования к технологическим погрешностям ПТК, работают при больших скоростях перемещения адресоносителя и сохраняют свою работоспособность при эксплуатации в условиях повышенной загрязненности. Схематично компоновка трассы ПТК с бесконтактным децентрализованным устройством адресования представлена на рис. 2.

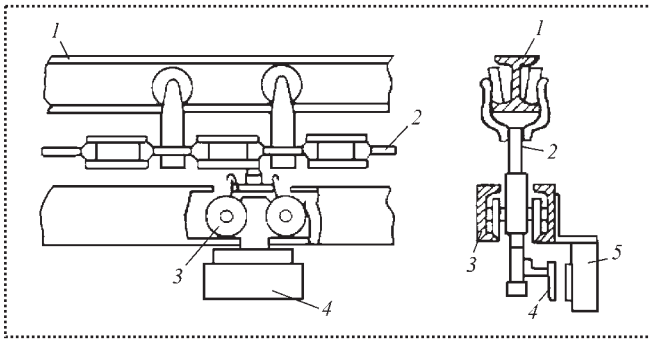


Рис. 3. Элементы конструкции конвейера

Здесь у загрузочной площадки 3 перемещаемому грузу задают адрес адресователем 2. Необходимый адрес набирают наборным устройством 5 и вводят в вычислительное устройство 1, которое управляет работой адресователя 2. Груз перемещается по транспортной линии в направлении, указанном стрелками. У переводных стрелок адрес считывают устройства 6, которые также настраиваются вычислительным устройством. При совпадении адресов у адресоносителя и считывателя груз переходит на участок 4 разгрузочной линии и поступает к разгрузочной площадке 7, где происходит переадресовка.

На рис. 3 показаны элементы конструкции конвейера: тяговый путь 1, цепь 2 и ролики 3 тележки, а также взаимодействующие блоки адресования: перемещаемый – адресоноситель 4 и стационарные – адресователь (считыватель) 5.

Представляют интерес электромагнитные и оптические устройства адресования, основанные на принципе бесконтактного воздействия адресоносителя на считыватель. Трудности, возникающие при автоматизации процесса задания адреса в оптических устройствах, компенсируют возможностью бесконтактного считывания информации.

Весьма перспективно применение ультразвуковых, лазерных и пневматических устройств адресования, а также оптических устройств, использующих для маркировки невидимый люминесцентный состав, что позволяет использовать груз в качестве носителя информации, не нарушая его товарного вида [3].

Для управления внутризаводским транспортом наибольшее распространение на машиностроительных предприятиях получили децентрализованные электромагнитные устройства автоматического адресования. Это объясняют их относительной

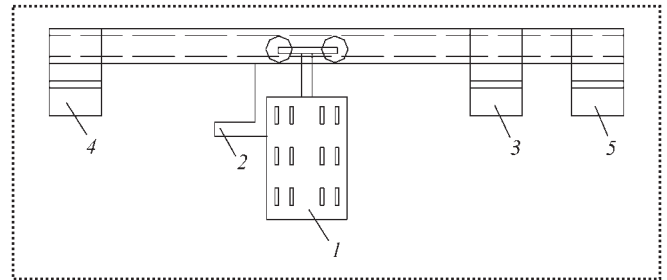


Рис. 4. Устройство адресования с вертикально-расположенным адресоносителем

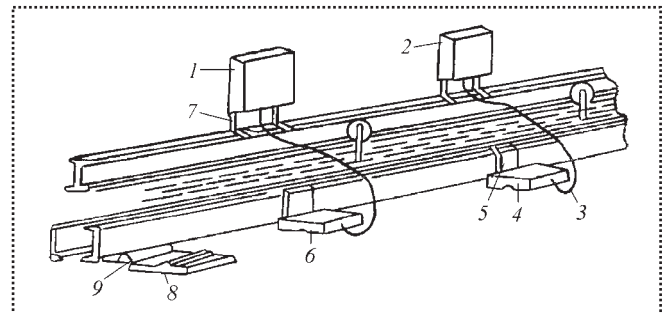


Рис. 5. Устройство адресования с горизонтально расположенным адресоносителем

конструктивной простотой и надежностью. В электромагнитных устройствах адресования в качестве адресоносителя применяют магнитотвердые материалы, позволяющие бесконтактно осуществить процесс записи информации.

Рассмотрим некоторые конструкции децентрализованных электромагнитных устройств автоматического адресования.

На рис. 4 показана схема взаимодействия блоков адресования с вертикально расположенным магнитным адресоносителем. Адресоноситель 1 установлен на грузовой тележке 2 конвейера, на трассе которого размещают адресующие 4, считывающие 3 и стирающие 5 блоки.

Устройство адресования на рис. 5 имеет горизонтально расположенный адресоноситель 8, который с помощью кронштейна 9 крепят к грузонесущему механизму. Адресователь 6 и считыватель 4 через кабель связи 3 соединены с блоками управления адресователем 1 и считывателем 2, которые крепят к трассе ПТК кронштейнами 7. В свою очередь адресователь и определитель прикреплены к трассе ПТК кронштейнами 5.

Горизонтальное расположение адресоносителя более предпочтительно, так как оно обеспечивает меньшую высоту поперечного сечения конвейера.

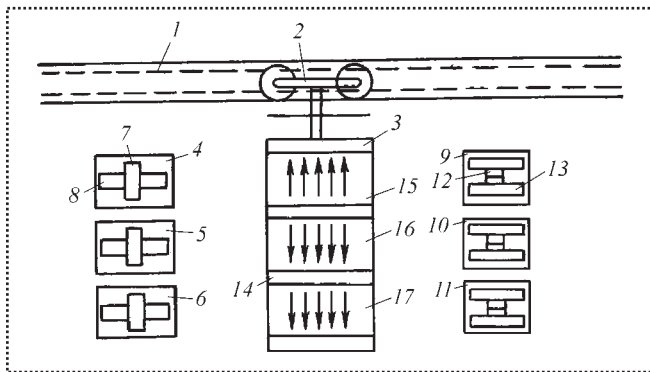


Рис. 6. Децентрализованное электромагнитное устройство автоматического адресования для ПТК

Однако при большой длине адресоносителя возможен его перекос.

Недостатки вертикального адресоносителя — увеличенные габаритные размеры по высоте и возможность бокового раскачивания, вызывающие снижение надежности адресования; его *преимущество* — простота конструкции. Для повышения надежности работы адресоноситель любого типа должен, по возможности, иметь малую длину, обычно менее 300 мм.

Децентрализованное электромагнитное устройство автоматического адресования для ПТК (рис. 6) содержит грузовые тележки 2, перемещаемые по трассе 1.

На корпусе адресоносителя 3, выполненном из немагнитного материала, установлены магнитные элементы 15, 16, 17 хранения информации на расстоянии 14 между ними. Запись информации производят головками 4, 5, 6, каждая из которых состоит из ферромагнитного V-образного сердечника 7 и катушки возбуждения 8. Считывающие головки 9, 10, 11 состоят из генераторов Холла 12 и полюсов 13 магнитного сердечника. Намагничивание производят в направлении, перпендикулярном к траектории движения конвейера.

Запись информации происходит во время прохождения носителя информации в непосредственной близости от магнитопроводов блоков записи информации, при этом на намагничивающие катушки подают однополупериодный ток. Возникающее магнитное поле намагничивает постоянные магниты носителя информации. Остаточные поля постоянных магнитов несут заданную информацию.

При прохождении носителя информации мимо блоков считывания информации его магнитное

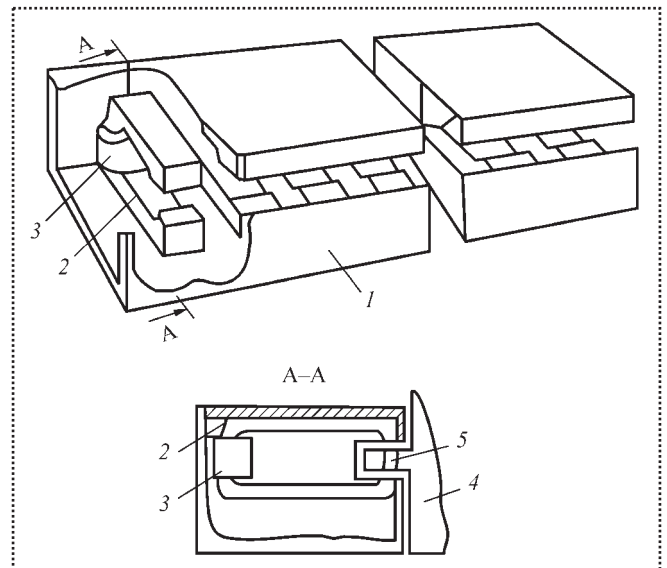


Рис. 7. Конструкция адресователя с С-образными магнитопреобразователями

поле воздействует на генераторы Холла, на выходных электродах появляется ЭДС, служащая выходным сигналом.

Более высокая конструкция адресователя, в корпусе 1 которого размещены С-образные магнитопроводы 2 с катушками 3 (рис. 7). Магнит 5 адресоносителя 4 проходит в зазоре магнитопровода. *Недостатком* данного устройства является необходимость использования ключевого магнита и низкая чувствительность считывателя, выполненного на герконах.

Конструкция адресоносителя с тактовой и информационными дорожками (рис. 8) обеспечивает при малых габаритах адресоносителя высокую надежность параллельного и последовательного считывания информации на относительно большом (до 30 мм) расстоянии взаимодействия между адресоносителем и считывателем.

В указанном устройстве адресоноситель 1 представляет собой немагнитную пластину 2, в которой закреплены разнесенные информационные 3 и тактовые 4 магниты. Параллельное считывание производят с информационных магнитов при условии расположения ключевых магнитов 5 в зонах чувствительности ключевых считывателей. Ключевые магниты отстоят на расстоянии d от информационных, которые в свою очередь отстоят друг от друга на расстоянии t .

Схемы считывания информации изображены на рис. 9.

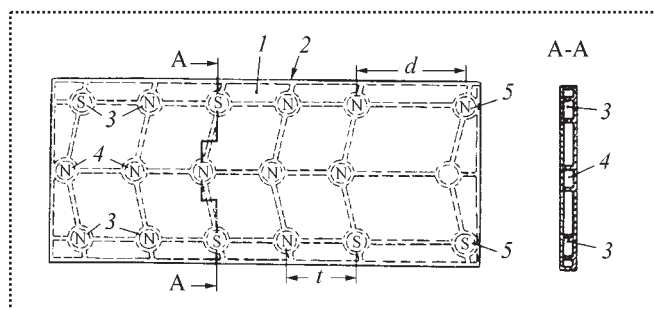


Рис. 8. Конструкция адресносителя с тактовой и информационными дорожками

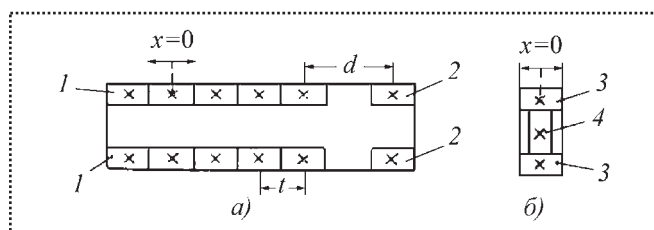


Рис. 9. Схемы считывания информации:
а – параллельная; б – последовательная

Параллельное считывание (рис. 9, а) осуществляют генераторными головками считывателей информации 1 при срабатывании ключевых считывателей 2. Взаимное расположение адресносителя и считывателя таково, что направление поля магнитов в зонах считывающих головок не меняется при перемещении адресносителя. Это исключает ложное считывание информации.

Последовательное считывание информации (рис. 9, б) происходит с помощью двух генераторных головок 3 и тактового считывателя 4. Тактовые магниты адресносителя воздействуют на тактовый считыватель, причем на выходе последнего появляются импульсы, синхронно которым снимают информацию с информационных магнитов. Тактовый считыватель повернут на 90° к информационным, так что направление поля тактового магнита меняется на противоположное в процессе перемещения адресносителя. Момент смены направления поля используют для формирования тактового импульса.

К недостаткам данного устройства следует отнести отсутствие последовательной записи информации и низкий КПД адресователя.

На рис. 10 представлена схема записи информации поворотом магнита.

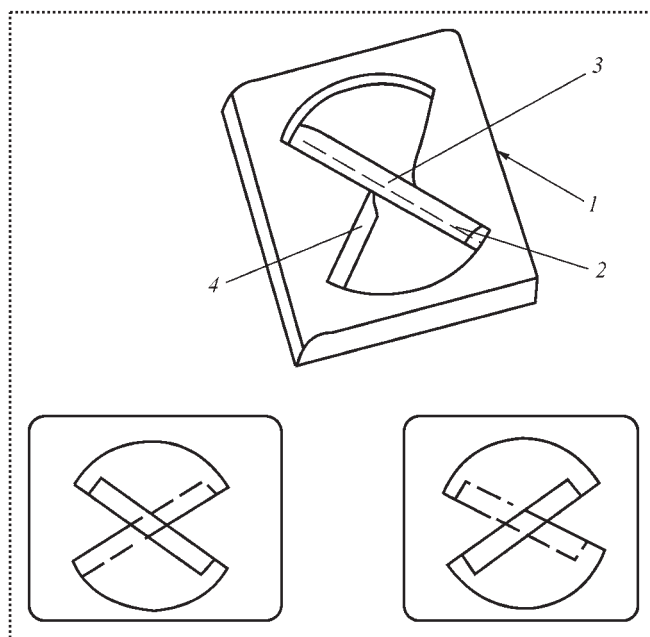


Рис. 10. Схема записи информации поворотом магнита

В устройстве 1 запись информации осуществляют путем поворота магнита 2 на оси 3 под действием управляющего поля адресователя и дальнейшей фиксации магнита с помощью ферромагнитных пластин 4. Устройство позволяет использовать магниты большого объема при относительно малых габаритах адресователя.

Однако в этом случае усложнена взаимная ориентация адресносителя и считывателя, а ферромагнитная пластина оказывает шунтирующее влияние на магнит.

Приведенные конструкции, разработанные отечественными организациями и зарубежными фирмами, характеризуют тенденцию дальнейшего развития и совершенствования устройств адресования. Эта тенденция состоит, прежде всего, в том, что запись и считывание информации происходят в отсутствие электрического контакта (бесконтактно) и без силового взаимодействия блоков адресования. Использование постоянных магнитов в качестве носителей информации позволило решить задачи бесконтактной записи и длительного хранения информации относительно большой емкости, а также бесконтактного считывания информации.

Однако известные конструкции децентрализованных электромагнитных устройств адресования обладают рядом существенных недостатков, главным из которых является требование минимального зазора взаимодействия блоков адресования. Это

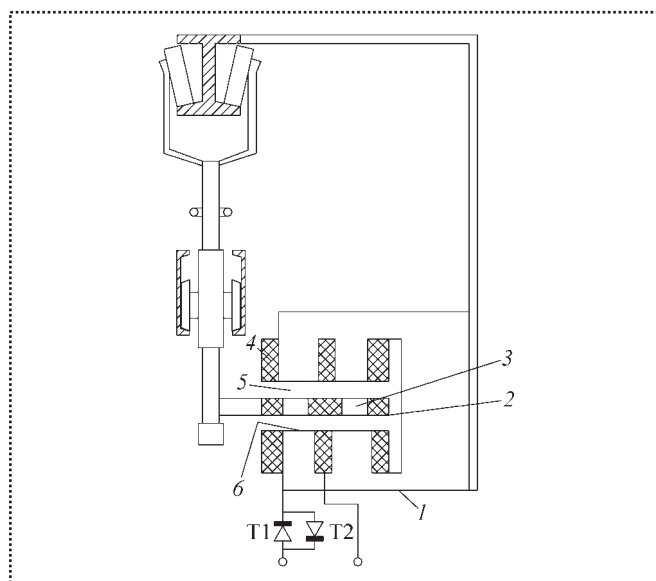


Рис. 11. Система записи информации с жестко закрепленными магнитами адресносителя

вынужденное требование является следствием использования в блоках адресования типовых (стандартных) устройств хранения, записи и считывания информации, которые не учитывают специфику работы транспортных механизмов.

Устройство адресования, разработанное автором [2], принцип действия которого основан на перемагничивании магнитов в зазоре адресователя с последующим считыванием информации магнитомодуляционными датчиками, может работать в широком диапазоне отклонений адресносителя.

Схема записи информации в этом устройстве изображена на рис. 11. Функционирование устройства начинается с момента записи новой информации на носитель 2 информации. Запись информации происходит во время прохождения носителя 2 информации в зазоре 5 магнитопровода блока 1 записи информации. Кодирование информации происходит в троичной системе, при этом используются три состояния постоянного магнита 3 носителя 2 информации – состояние отрицательной и положительной намагниченности и ненамагниченное состояние.

Намагниченное состояние магнитов 3 осуществляется следующим образом. По намагничивающим катушкам 4 проходит однополупериодичный ток, подаваемый от внешнего источника через тиристоры Т1 и Т2. Возникающий в зазоре 5 магнитопровода магнитный поток имеет величину и направление, зависящие от величины и полярности

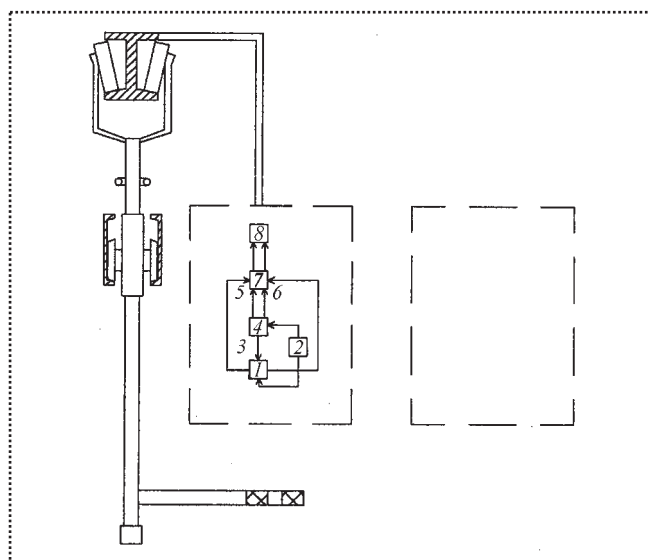


Рис. 12. Система параллельного считывания информации

импульсов тока. Магнитный поток воздействует на постоянные магниты 3 носителя 2 информации и изменяет их магнитные состояния.

Магнитное поле распределено таким образом, что магнитные силовые линии магнитопровода 6 параллельны осям намагничивания постоянных магнитов. Возникшее при записи магнитное состояние сохраняется в постоянных магнитах 3 вследствие остаточного магнетизма и после того, как они пройдут через зазор 5 магнитопровода.

Размагничивание происходит при подаче на соответствующие намагничивающие катушки 4 переменного тока. Тогда на постоянный магнит 3, находящийся в зазоре между этими катушками, воздействует магнитное поле, убывающее в направлении движения носителя 2 информации.

Таким образом, после прохождения носителя 2 информации через зазор 5 магнитопровода процесс записи информации заканчивается и остаточные поля постоянных магнитов 3 в определенных комбинациях несут заданную информацию.

Система параллельного считывания информации (рис. 12) имеет магнитомодуляционный датчик 1 магнитного поля, один входной электрод которого соединен с источником 2 переменного напряжения. Другой входной электрод 3 магнитомодуляционного датчика подключен к контуру 4 нелинейного возбуждения, который соединен с тем же источником переменного напряжения.



Тип блока адресования в зависимости от параметров транспортной системы

Параметры транспортной подсистемы	Тип блока адресования
Число адресов: до 16 более 16	Пластинчатый адресоноситель Адресоноситель с разнесенными магнитами
Скорость перемещения, м/мин: до 30 более 30	Адресоноситель с поворотными магнитами (последовательные запись и считывание информации) Адресоноситель с перемещаемыми магнитами (параллельные записи и считывание информации)
Диапазон отклонений адресоносителя, мм: до ± 10 более ± 10	В перемещаемых устройствах П-образные адресователи (в качестве считывателей допускается использование герконов) В перемещаемых устройствах С-образные адресователи (рекомендованы ключевые устройства)
Условия эксплуатации Магнитные внешние поля превышают 300 кА/м	Адресователь с поворотными магнитами (жесткие требования к зазору взаимодействия блоков)

Выходные электроды 5 и 6 датчика 1 подключены к дешифратору 7, который соединен с выходным узлом 8.

Устройство работает по троичной системе счисления, т.е. число адресов

$$N = 3^m,$$

где m – количество постоянных магнитов;

3 – число состояний магнита.

Система параллельного считывания позволила увеличить зазор между взаимодействующими блоками, повысить чувствительность датчиков считывателя, причем одновременно снизилось влияние внешних магнитных полей. В целом повысилась надежность функционирования устройства.

Совершенствование процессов перемещения грузов требует значительного повышения технического уровня устройств автоматической адресации, входящих в систему управления подъемно-транспортными механизмами. Надежная работа этих устройств зависит от условий их эксплуатации. Выбор конструкции децентрализованного электромагнитного устройства адресования определяется характеристиками работы транспортной подсистемы. Ниже даны рекомендации по определению блоков адресования в зависимости от параметров транспортной подсистемы (таблица).

Вывод

Разработка и внедрение прогрессивных устройств автоматической адресации, являющихся важнейшей частью системы управления, позволят обеспечить бесперебойную работу транспортных механизмов, оптимизировать процесс учета и распределения грузов, а также повысить эффективность транспортных и складских работ.

Список литературы

1. **Антонец И.В.** Децентрализованные электромагнитные устройства автоматического адресования для транспортных механизмов гибких производственных систем. М., ВНИИТЭМР, 1986. 40 с.
2. **А.с.** 695927 СССР, МКи В65G63/00, В07С5/00, G06F 15/20. Устройство автоматического адресования штучных грузов / И.В. Антонец и др. СССР. N 1695339/11; заявл. 06.1971; опубл. 05.11.79. Бюл. № 41.
3. **Антонец И.В.** Периферийные датчики информации транспортно-складского оборудования // Материалы Всероссийской научно-технической конференции "Современные проблемы машиностроения и транспорта". Ульяновск. 2003. С. 230–232.
4. **Маркарьян А.Г.** Акустооптическая СТЗ распознавания изделий на конвейере на базе программируемого контроллера // А.Г. Маркарьян, Ю.А. Маркарьян // Сборник трудов 7-й народной научно-технической конференции "Динамика технологических систем". Саратов. 2004. С. 265–267.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ СБОРКИ

М.Г. Кристаль, канд. техн. наук, Е.В. Стегачев, канд. техн. наук (Волгоградский ГТУ)

Применение пневмовихревых захватных устройств для вибрационной сборки

Определены параметры вибрации и скорости вращения деталей, удерживаемых в пневмовихревых захватных устройствах, для автоматической сборки цилиндрических соединений.

Operation factors of vibration and rotation speed of the parts in pneumovortical gripping units, for their use as technological devices for cylindrical connections automatic assembly are defined.

Ключевые слова: сборка, пневмовихревой, вибрация.

Keywords: assembly, pneumovortical, vibration.

При использовании пневмовихревых захватных устройств (ПВЗУ) с вращающимися вихревыми камерами (ВК) существенно повышается грузоподъемность, а следовательно, и надежность удержания захватываемой детали (ЗД) в захватном устройстве с одновременным плавающим характером этого удержания [3]. Это позволяет использовать подобные ПВЗУ в качестве технологических сборочных устройств. Вихревые камеры вращаются с круговой частотой

$$\omega_{ВК} = \pi n / 30,$$

где n — число оборотов вихревой камеры в минуту.

В диапазоне значений $z > z_k$ (рис. 1, а) создают давление p_p разрежения, величина которого определяет силу F_z , действующую на деталь со стороны ПВЗУ. В диапазоне значений $z < z_k$ происходит перекрытие исходящего вихревого потока, и в полости ВК возникает избыточное давление $p_{от}$ отрыва (рис. 1, б). Это приводит к возникновению сил F_z , отталкивающих деталь от среза вихревой камеры, т.е. возникает некий колебательный процесс.

Модель динамики этого процесса описывают дифференциальным уравнением вида [3]:

$$m \dot{v}_z + F(z) - mg - F_c \operatorname{sign} v_z - F_{в.п} = 0, \quad (1)$$

где $v_z = dz/(dt)$;

t — время;

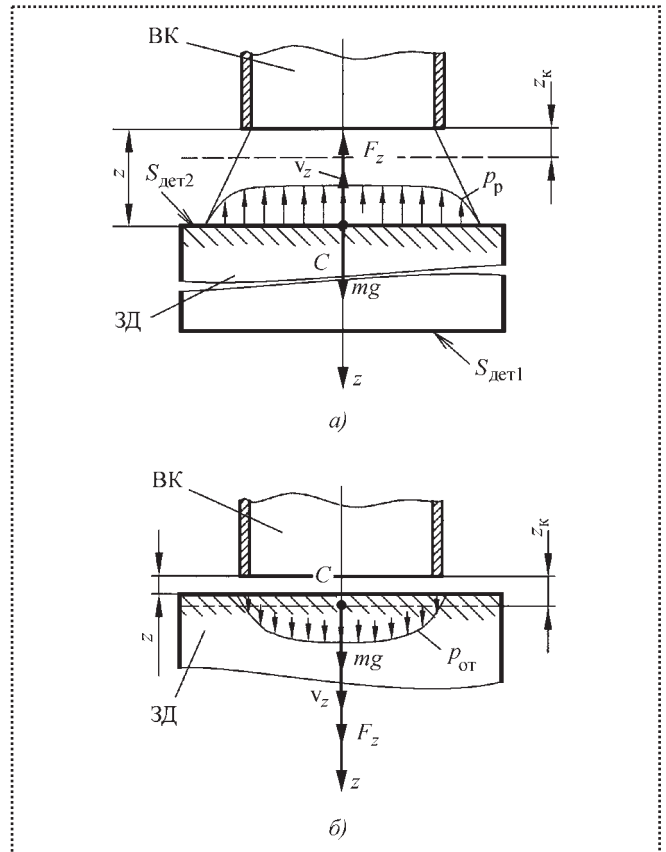


Рис. 1. Силовые воздействия на деталь в процессе ее захватывания ПВЗУ:

$a - z > z_k$; $b - z < z_k$, z — расстояние от среза вихревой камеры ПВЗУ до поверхности ЗД; z_k — некоторое критическое значение величины z ; m — масса ЗД; v_z — скорость перемещения детали; $S_{дет1}$, $S_{дет2}$ — площади нижней и верхней поверхностей ЗД соответственно; C — центр масс ЗД

$F_{в.п}$ — сила сопротивления воздушной подушки, в уменьшающемся зазоре между торцевой поверхностью ПВЗУ и поверхностью детали;

F_c — сила сопротивления воздуха, действующая равномерно по нижней и верхней поверхностям детали:

$$F_c = \frac{\rho v_z^2}{2} S_{дет},$$

где $S_{дет} = S_{дет1} = S_{дет2}$ — односторонняя площадь поверхности захвата детали.



Силу $F_{в.п}$ вычисляют:

$$F_{в.п} = \begin{cases} k(z)v_z & \text{при } v_z < 0 \\ 0 & \text{при } v_z \geq 0 \end{cases},$$

где $k(z)$ – величина массового расхода в функции от координаты z [6].

Тогда уравнение (1) динамики может быть представлено в виде

$$\ddot{z} + K^2 z - g - \xi \text{sign} v_z - \psi(z, v_z) = 0, \quad (2)$$

где $K^2 = F_c/mz$ – коэффициент, определяющий частотную характеристику колебаний детали;

$\xi = F_c/m$ – коэффициент влияния сопротивления воздушного потока;

$\psi(z, v_z) = F_{в.п}/m$ – коэффициент влияния сопротивления воздушной подушки в зазоре между деталью и срезом ВК.

Уравнение (2) решалось численным методом Рунге-Кутты четвертого-пятого порядка в среде "Maple 8" [6], а результаты решения с начальными условиями $z = 4$ мм при $t = 0$ представлены в виде колебаний величины $z(t)$ в процессе захватывания (рис. 2).

Временем t_3 захватывания будем считать момент, после которого относительная разница $\vartheta = (a_i - a_{i+1})/a_i$ между размахами a_i и a_{i+1} двух соседних колебаний меньше 0,01 (см. рис. 2).

По полученным данным, используя модель (1), вычисляют амплитудные и частотные значения движения захватываемой детали в ПВЗУ. Эти величины с большой долей приближения можно рассматривать как гармонические, опираясь на первую гармонику с амплитудой

$$a_z(z_{\max} - z_{\min})/2$$

и частотой колебаний теоретической ω_z (или экспериментальной $\bar{\omega}_z$) в установившемся режиме, а следовательно, использовать в разработанных ранее [2] моделях динамики сборки соединений с зазором (см. рис. 2).

В установившемся режиме данный колебательный процесс, при удержании деталей в ПВЗУ, рассмотрен при допущении, что плоскость захвата перпендикулярна оси ВК (см. рис. 1). Однако в реальных условиях деталь наклонена под некоторым углом $\delta(t)$, а кроме этого, возникает и ее вращательное движение относительно оси под действием вращающегося потока истекающих струй сжатого воздуха (рис. 3).

Если использовать полученные выше зависимости и считать, что расчетный кольцевой зазор, определенный функцией $z(t)$ на оси ПВЗУ, равен угловому зазору, определяющему соответствующий равный эквивалентный расход Q^* сжатого воздуха, поступающего в вихревую камеру ПВЗУ, то этот угол $\delta(t)$ можно определить по выражению:

$$\delta(t) = \arcsin[z(t)/d_{3д}] \approx z(t)/d_{3д},$$

где $d_{3д} = 2r_{3д}$.

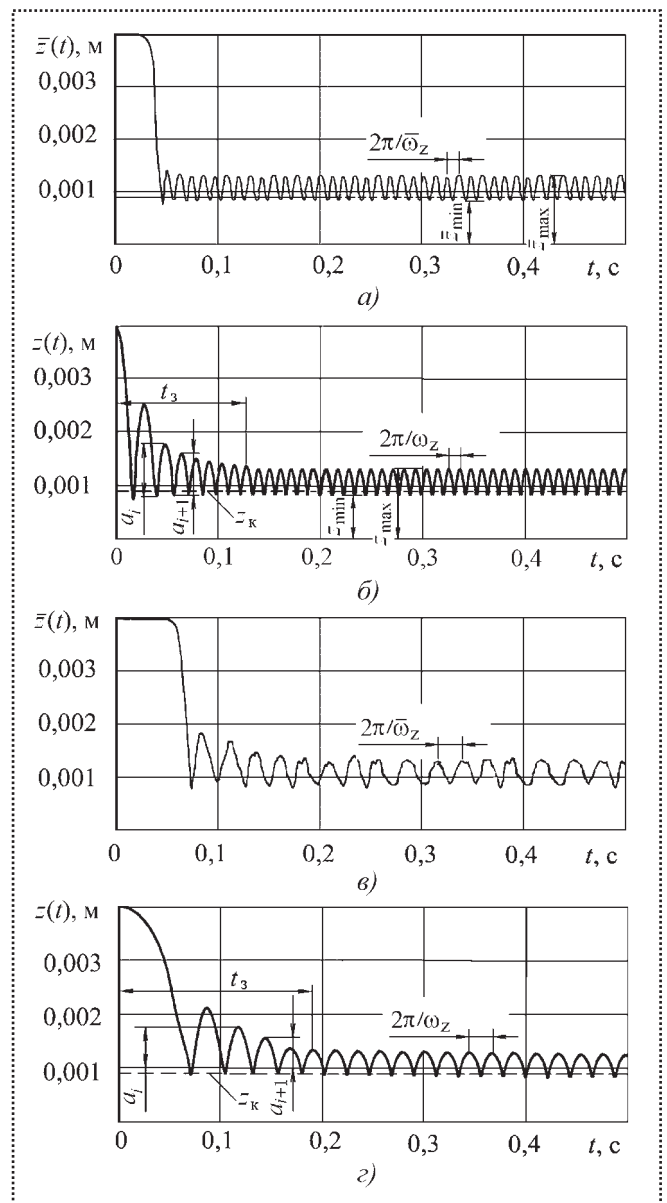


Рис. 2. Теоретические $z(t)$ и экспериментальные $\bar{z}(t)$ законы перемещения детали при ее удержании в ПВЗУ при $n = 1000$ об/мин:

$a, б - m = 45$ г; $в, г - m = 90$ г



Тогда закон $x(t)$ вибрационного перемещения торца детали в направлении оси Ox определяются выражением

$$x(t) = (l_{3Д} a_z / d_{3Д}) \sin(\omega_z t).$$

Окружную скорость $v_{3Д}$ относительного вращения можно оценить как скорость движения деталей на воздушной прослойке, создаваемой наклонными под углом $\beta = \arctg(\bar{v}_z / v_\tau)$ соплами (рис. 4).

В работе [4] определена величина суммарного эквивалентного расхода Q^* воздуха, необходимая для удержания ЗД. Расход Q^* есть функция давления $p_{вх}$ сжатого воздуха, поступающего на вход ВК, частоты $\omega_{ВК}$ ее вращения и конструктивных параметров ПВЗУ. Тогда можно определить суммарную силу F_μ вязкости, действующую на деталь со стороны воздушной прослойки, пропорциональную площади $\pi(r_{ст}^2 - r_r^2)$ кольцевой поверхности детали в зоне истечения струи из вихревой камеры [1]:

$$F_\mu = \frac{(Q^*)^2}{4\rho(r_{ст} - r_r)z_{ср}} - \frac{\mu\pi(r_{ст} + r_r)}{z_{ср}} v_{3Д},$$

где μ – коэффициент вязкостного трения, для воздуха принимаем $\mu = 1,808 \cdot 10^{-5}$ кг/(м·с);

ρ – плотность воздуха, $\rho = 1,293$ кг/м³.

Поскольку разрежение в ПВЗУ происходит за счет струй сжатого воздуха, а объем ВК достаточно мал, можно считать, что в начальный момент захватывания детали вращательное движение отсутствует и к моменту времени t_3 достижения детали устойчивых колебаний ее окружная скорость $v_{3Д} = 0$. Тогда процесс раскручивания ЗД можно описать дифференциальным уравнением

$$J \frac{d\omega_{3Д}}{dt} = F_\mu \frac{r_{ст} + r_r}{2},$$

$$\text{или } J \frac{d\omega_{3Д}}{dt} = \left[\frac{(Q^*)^2}{4\rho(r_{ст} - r_r)z_{ср}} - \frac{\mu\pi(r_{ст} + r_r)}{z_{ср}} v_{3Д} \right] \frac{r_{ст} + r_r}{2}.$$

Решение этого уравнения с учетом начальных условий имеет вид

$$\omega_{3Д} = \omega_{3Д \max} [1 - \exp(-t/\tau)],$$

где $\omega_{3Д} = v_{3Д}(r_{ст} + r_r)/2$ – угловая скорость вращения детали;

Рис. 3. Определение параметров вибрации детали в ПВЗУ:

$r_{ст}$ – радиус стенки ВК; $r_{3Д}$ – радиус ЗД; r_r – радиус границы вихревого потока; $x_{3Д}$ – абсцисса центра свободного торца ЗД в системе координат, где ось совпадает с осью ВК, а начало координат лежит в плоскости среза ВК; $l_{3Д}$ – длина ЗД; $d_{3Д}$ – диаметр ЗД; $\omega_{ВК}$ – частота вращения ВК; $\omega_{3Д}$ – частота вращения ЗД; v_z, v_τ – соответственно усредненные значения осевой и тангенциальной эквивалентных скоростей на среднем радиусе $(r_{ст} + r_r)/2$ потока воздуха на торце вихревой камеры

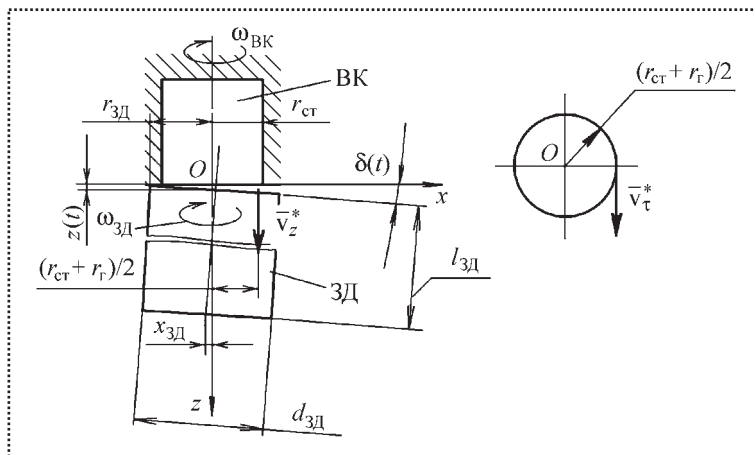
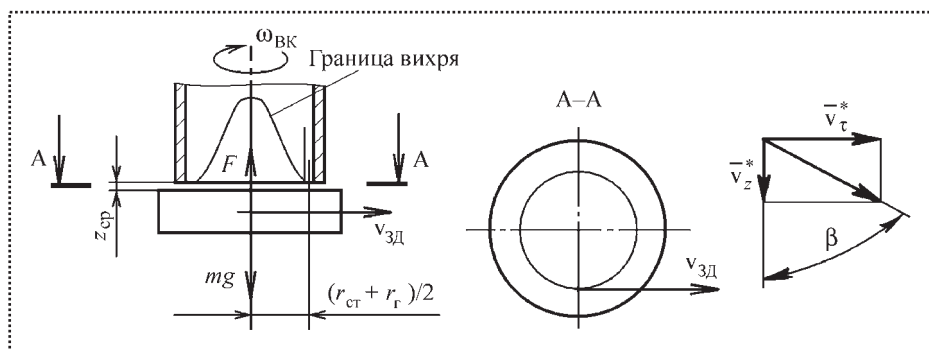


Рис. 4. Определение скорости $v_{3Д}$ вращательного движения деталей под действием потока сжатого воздуха, истекающего из ВК ПВЗУ:

$z_{ср}$ – средняя толщина воздушной прослойки между деталью и торцом ВК; F – сила вакуумного воздействия ПВЗУ на ЗД, уравновешиваемая ее силой тяжести



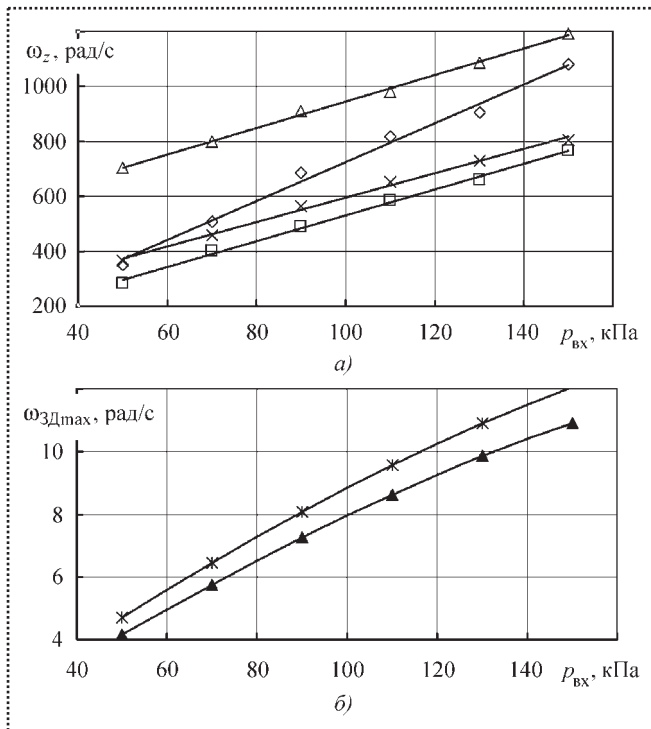


Рис. 5. Влияние рабочих параметров ПВЗУ на: а – частоту колебаний; б – круговую частоту $\omega_{здmax}$ вращения ЗД; \diamond – $\omega_{вк} = 0$, рад/с, $m = 0,045$ кг; \triangle – $\omega_{вк} = 1046$ рад/с, $m = 0,045$ кг; \square – $\omega_{вк} = 0$, $m = 0,090$ кг; \times – $\omega_{вк} = 1046$ рад/с, $m = 0,090$ кг; \blacktriangle – $\omega_{вк} = 0$ рад/с; $*$ – $\omega_{вк} = 1046$ рад/с

$\omega_{здmax} = (Q^*)^2 / [8\rho(r_{ст} - r_r)]\mu l$ – предельная угловая скорость вращения детали;

$$\tau = \frac{Jz_{ср}}{\mu l(r_{ст} + r_r)} - \text{постоянная времени};$$

J – момент инерции детали относительно оси ВК.

Расчетами установлено и экспериментально подтверждено, что на величину амплитуды a_z колебаний детали практически не влияет ее масса m ,

давление $p_{вх}$ питания на входе ВК, в то время как частота ω_z вибрации и круговая частота $\omega_{здmax}$ вращения детали существенно зависят от конструктивных и рабочих параметров ПВЗУ (рис. 5).

Выводы

Представлены зависимости для расчета необходимых параметров при определении условий проведения сборки цилиндрических соединений с зазором под действием вибрации при помощи пневмовихревого захватного устройства.

Полученные параметры могут быть использованы для вибрационной сборки с нижней опорой торца одной из сопрягаемых деталей [5]. Для этого ПВЗУ располагают срезом вихревой камеры вверх.

Список литературы

1. Битюков В.К., Казбан А.М. Расчет скорости движения изделия на воздушной прослойке в горизонтальных лотках // Механизация и автоматизация производства. 1976. № 4. С. 18–20.
2. Кристаль М.Г. Динамика вибрационного сопряжения цилиндрических деталей под углом между осями // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2003. № 1. С. 6–10.
3. Кристаль М.Г., Стегачев Е.В. Моделирование пневмовихревого захватного устройства с вращающейся вихревой камерой // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2004. № 1. С. 19–23.
4. Кристаль М.Г., Стегачев Е.В. Определение радиуса внутренней границы вихревого потока в пневмовихревых захватных устройствах // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2005. № 5. С. 13–16.
5. Кристаль М.Г., Чувилин И.А. Исследование динамики вибрационного сопряжения с нижней опорой торца охватываемой детали // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2008. № 4.
6. Стегачев Е.В. Повышение эффективности пневмовихревых захватных устройств. Дисс... канд. техн. наук. Волгоград: 2005.

Журнал "Трение и смазка в машинах и механизмах"

Рубрики

- Физика, химия и механика поверхностей и контактные задачи
- Фундаментальные проблемы трения и изнашивания (и сопровождающих процессов)
- Моделирование
- Теория смазки и смазочного действия
- Трибологические испытания и диагностика
- Трибологическое материаловедение и технологии
- Смазочные материалы и присадки
- Расчет, конструирование и функционирование узлов трения
- Экспериментальные исследования трибологических процессов
- Экологические и экономические аспекты трибологии
- История трибологии
- Хроника событий
- Письма в редакцию
- Обзоры
- В порядке обсуждения
- Нормативная документация
- Вопросы и ответы
- Информация

СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ. ПАЙКА

Д.Л. Поправка, Д.А. Инякин (Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар)

Параметры движения электрода при сварке продольно-гофрированных пластырей в процессе ремонта обсадных колонн*

Рассмотрены выражения для определения параметров движения электрода по гофрированной поверхности в процессе сварки.

Ключевые слова: сварка, обсадная колонна, ремонт, электрод.

Keywords: welding, casing string, repair, electrode.

В настоящее время широко применяют восстановление герметичности обсадных колонн нефтяных скважин стальными продольно-гофрированными пластырями. Для перекрытия дефектных участков более 10 м их сваривают над устьем скважины. Продольно-гофрированный пластырь имеет сложную геометрическую форму, затрудняющую процесс сварки. Этот процесс представляет собой движение электрода с постоянно меняющимся углом наклона к поверхности пластыря. Для выбора рационального технологического процесса необходимо найти зависимость угла наклона электрода от его положения на поверхности гофры.

Угол наклона электрода к свариваемой поверхности должен оставаться постоянным и составлять 60...70° [2]. При движении электрода будет меняться угол наклона касательной, проведенной к поверхности гофры в точке соприкосновения.

Периметр пластыря (путь электрода) может быть рассчитан [1] по методике, применяемой для звездообразных труб. Для пластырей с n гофрами длину периметра определяют по формуле

$$L_n = (R + kh)(2\beta + \alpha)\pi n / 180^\circ, \quad (1)$$

где n – количество гофр;

R – радиус выступов и впадин;

k – коэффициент, учитывающий положение нейтрального слоя гофры при изгибе;

h – толщина стенки пластыря;

*По материалам конференции "Технологическое обеспечение качества машин и приборов". Пенза. 2004.

α – угол между соседними выступами;
 β – угол, определяющий длину дуги впадины (рис. 1).

Геометрическую форму пластыря можно описать тригонометрической функцией $y = \cos x$.

На рис. 2 представлена развертка пластыря, которая представляет собой график функции $y = \cos x$ [4].

Используя уравнение касательной к графику функции, определим зависимость угла наклона электрода от его расположения на поверхности гофры.

Уравнение касательной к графику функции $y = f(x)$ в точке $x = a$ имеет вид

$$y = f(a) + f'(a)(x - a). \quad (2)$$

Угол наклона электрода к поверхности гофры определим с помощью обратной тригонометрической функции

$$a - \arctg(k). \quad (3)$$

Подставляя в формулу (2) функцию $y = \cos x$, получим уравнение касательной к поверхности гофры:

$$y = \cos(a) - \sin(a)(x - a). \quad (4)$$

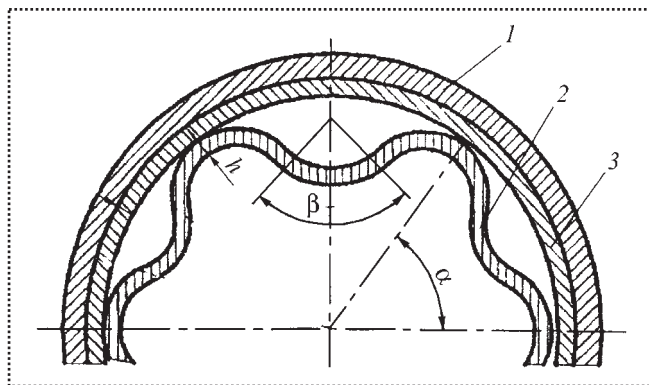


Рис. 1. Поперечный профиль пластыря:

1 – обсадная колонна; 2 – гофрированный пластырь до установки; 3 – гофрированный пластырь после установки

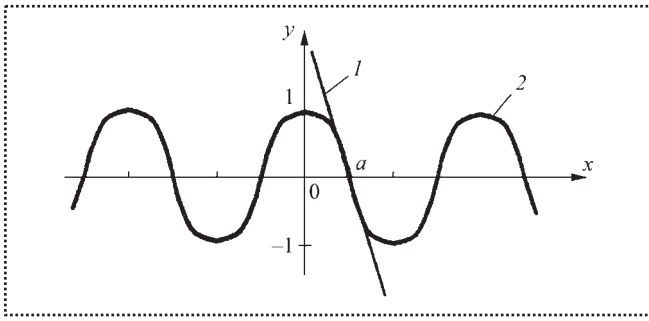


Рис. 2. Развертка пластыря:

$$1 - y = f(a) + f'(a)(x - a); \quad 2 - y = \cos x$$

Зная значение x , можно получить уравнение касательной в любой точке гофры и, следовательно, угол наклона электрода.

При движении электрода по поверхности пластыря в процессе сварки его координаты с течением времени изменяются.

Длину пути, пройденного электродом за промежутков времени от t_1 до t_2 , описывают уравнением

$$S = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt, \quad (5)$$

где v – скорость движения электрода.

Среднее значение модуля скорости движения электрода по поверхности гофры определяют по формуле

$$v_{\text{cp}} = \frac{S}{t_2 - t_1}. \quad (6)$$

Подставив в (6) выражение (5), получим среднее значение скорости электрода:

$$v_{\text{cp}} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt.$$

Полученные выражения значительно облегчают проектирование новых технологических процессов сварки криволинейных поверхностей.

Список литературы

1. Будников В.Ф., Макаренко П.П., Юрьев В.А. Диагностика и капитальный ремонт обсадных колонн в нефтяных и газовых скважинах. М.: Недра, 1997. 226 с.

2. Полухин П.И. Технология металлов и сварка. М.: Высшая школа, 1977. 464 с.

Новые книги издательства "Машиностроение"

Мельник В.А. Торцовые уплотнения валов: справочник. М.: Машиностроение, 2008. 320 с.: ил. (Б-ка конструктора)

ISBN 978-5-217-03383-6

Приведен механизм работы торцовых уплотнений, включая процессы, протекающие в уплотняющей щели, гипотезы уплотняющей и несущей способности торцовых уплотнений и известные методы их расчета. Представлены новые сведения по исследованиям и расчетам торцовых уплотнений, управлению работой торцового уплотнения. Показаны возможности расчетного проектирования торцовых уплотнений с заданными рабочими характеристиками. Приведены технические решения, которые могут успешно использоваться в конструкторской практике.

Впервые даны конструктивные исполнения газовых торцовых уплотнений. Описаны работа торцовых уплотнений, необходимое дополнительное оборудование, наиболее распространенные схемы и методы расчета уплотняющих пар.

Для специалистов, занимающихся разработкой и эксплуатацией узлов уплотнений валов; может быть полезна преподавателям и студентам втузов.

Цена с НДС 484 руб.

Тел. (495) 269-66-00, 269-52-98. Факс: (495) 269-48-97.

E-mail: realiz@mashin.ru

СБОРКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕЕВ

М.В. Вартанов, д-р техн. наук (МГТУ "МАМИ"),
Л.С. Шкурко, канд. техн. наук (АМО ЗИЛ), А.И. Власов (МГТУ "МАМИ")

Влияние клеевой прослойки на вибродемпфирование конструкции

Показан пример модификации конструкции клапанной крышки двигателя при помощи вибростойкого клеевого состава в целях удовлетворения требованиям по уровню шума по ЕЭК ООН № 51–02. Предложен метод оценки вибродемпфирующих свойств листовых материалов и представлены результаты экспериментов по определению коэффициента вибродемпфирования клеевого соединения заготовки для клапанной крышки.

The example of updating cover of the engine by means of vibration-proof glue with the purpose of decrease in noise from the engine and is shown to satisfaction norms ЕЭК ООН № 51–02. The method of an estimation of absorption of noise is offered by various materials and are yielded results of experiments by definition of factor vibration damping.

Ключевые слова: клей, вибрация, сэндвич-панель.

Keywords: glue, oscillation, sandwich-panel.

В настоящее время на автомобили ЗИЛ устанавливают двигатели, которые не удовлетворяют современным требованиям по уровню шума. На заводе уже предпринимались попытки борьбы с шумом путем обкладывания подкапотного пространства и поддона двигателя шумопоглощающими материалами, но предпринятых мер недостаточно, чтобы соответствовать правилам ЕЭК ООН № 51–02.

МГТУ "МАМИ" совместно с АМО ЗИЛ проводят научно-исследовательскую работу в целях снижения уровня шума. Было предложено изменить конструкцию клапанной крышки двигателя (рис. 1): изготовить ее из двух стальных листов, соединенных между собой шумопоглощающим составом. При этом технологический процесс штамповки клапанной крышки останется неизменным.

В качестве шумопоглощающего состава был выбран клей, использование которого дает ряд преимуществ:

- способность соединять металлические тонкостенные детали;

- более равномерное распределение напряжений по всей площади склеивания;
- достаточно высокая прочность клеевой конструкции;
- хорошие герметизирующие свойства;
- устойчивость к коррозии;
- универсальность и простота в применении.

Конструкция клапанной крышки должна удовлетворять ряду технических требований (ТТ):

- технологичность с точки зрения штамповки;
- неплоскостность поверхности прилегания клапанной крышки к головке блока цилиндров: общая не более 0,5 мм и на длине 100 мм не более 0,15 мм;
- вибростойкость;
- интервал рабочих температур: $-45^{\circ}\text{C} \dots +110^{\circ}\text{C}$;
- масло- и бензостойкость.

Из клеев, используемых в промышленности, перечисленным ТТ удовлетворяют пленочные клеи, так как они имеют постоянную величину клеевой прослойки по всей поверхности нанесения клея, что важно при последующей штамповке.

Из пленочных клеев повышенной стойкостью к виброакустическим нагрузкам обладают клеи ВК-25, ВК-25А, ВК-50, которые широко применяются в авиационной промышленности [1, 2]. При сравнении трудоемкостей процессов склеивания и оценки прочностных характеристик отобранных

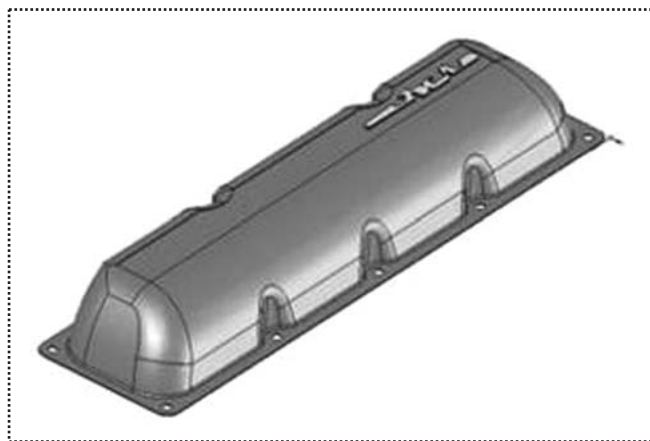


Рис. 1. Общий вид клапанной крышки

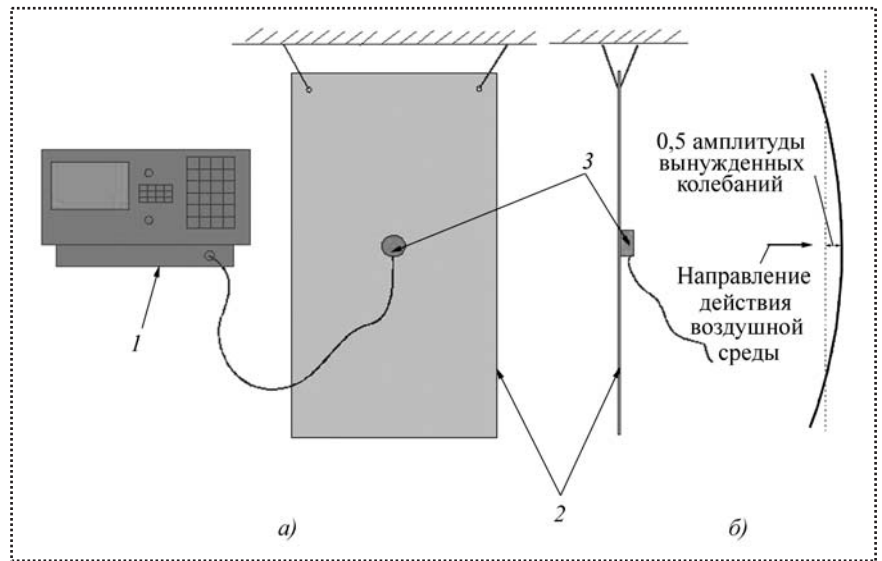


Рис. 2. Схема экспериментальной установки:
a – общий вид; *б* – прогиб листа (вид сбоку); 1 – цифровой частотный анализатор; 2 – лист металла; 3 – датчик

клеев был сделан вывод о целесообразности применения пленочного клея ВК-50, поскольку он отличается меньшей трудоемкостью склеивания.

Заготовка для клапанной крышки в настоящее время представляет собой обычный лист стали марки 08ю с размерами 665×300 мм и толщиной 1 мм, а разработанная сэндвич-панель – из двух стальных листов толщиной по 0,4 мм, склеенных между собой клеем ВК-50 толщиной 0,15...0,20 мм.

Для экспериментального сравнения вибродемпфирующих характеристик спроектированной сэндвич-панели и применяемого в конструкциях стального листа были проведены испытания на оборудовании фирмы "Брюль и Кьер". Схема экспериментальной установки и прогиб заготовки листа показаны на рис. 2.

Стальной лист и сэндвич-панель с размерами заготовки клапанной крышки подвешивают на экспериментальной установке. В центре листа закрепляют датчик, который связан с цифровым частотным анализатором. Систему выводят из равновесия внешним воздействием на стальной лист, датчик передает на частотный анализатор величину амплитуды вынужденных колебаний по первой форме, также учитывают время, за которое совершаются колебания [3].

Результаты испытаний показаны на рис. 3. Из них видно, что время, за которое сэндвич-панель возвращается в состояние равновесия, на порядок меньше времени, которое нужно стальному листу.

Если провести огибающую через экстремумы величины виброускорения, то мы получим функцию вида (рис. 4):

$$A = e^{-\alpha t},$$

где A – амплитуда колебаний;

α – коэффициент вибродемпфирования (коэффициент затухания колебаний);

t – время.

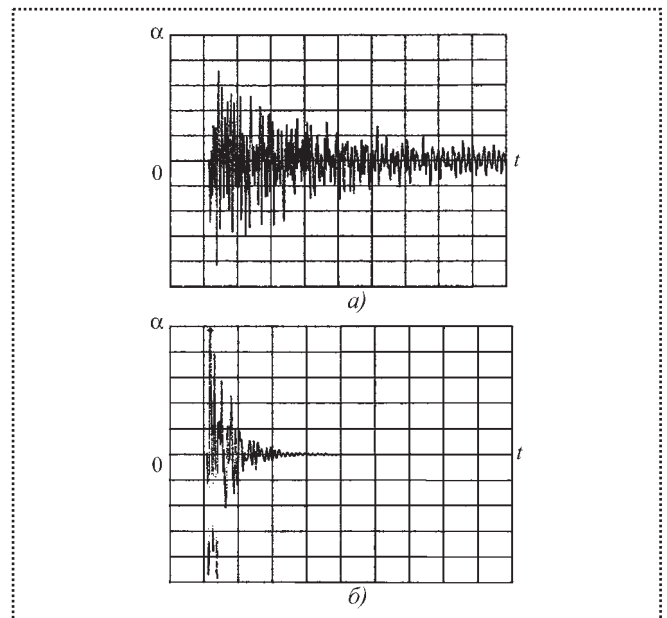


Рис. 3. Результаты эксперимента по определению коэффициента α вибродемпфирования для детали с размерами 665×300×1 мм от времени t :

a – для листа из стали 08ю; *б* – для сэндвич-панели (сталь–клей ВК-50–сталь)

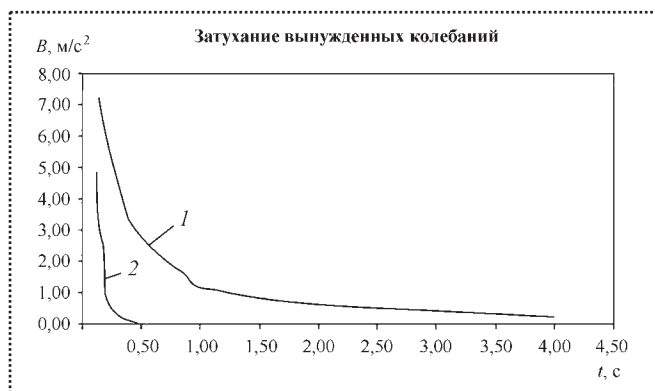


Рис. 4. Зависимость виброускорения B от времени t :
1 – для стального листа; 2 – для сэндвич-панели

Если провести аппроксимацию функций, приведенных на рис. 4, то для сэндвич-панели значение коэффициента вибродемпфирования $\alpha = 7$, а для стального листа – $\alpha = 1,5$.

В итоге установлено, что вибродемпфирующие свойства у сэндвич-панели в несколько раз превышают вибродемпфирующие свойства обычного стального листа.

В дальнейшем в соответствии с программой исследований планируется:

- 1) сравнить вибродемпфирующие характеристики сэндвич-панели с клапанными крышками, изготовленными из пластмассы;
 - 2) оценить образцы на стойкость к знакопеременным нагрузкам;
 - 3) оценить надежность и долговечность сэндвич-панелей;
 - 4) оценить стойкость образцов к различным агрессивным средам;
 - 5) оценить коррозионную стойкость образцов.
- Затем предполагается провести натурные испытания в соответствии с нормами ЕЭК ООН № 51–02, которые позволят непосредственно оценить уровень шума автомобиля с измененной клапанной крышкой бензинового двигателя.

Список литературы

1. ТУ 6–17–880–77. Пленка клеящая ВК–25 и ВК–25А.
2. ТУ 1–92–186–91. Пленка клеящая ВК–50.
3. Рандалл Р.Б. Частотный анализ. Брюль и Кьер. Дания, Глоструп: К. Ларсен и сын, 1989. 389 с.

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

СПРАВОЧНИК. ИНЖЕНЕРНЫЙ ЖУРНАЛ

- Общетехнические сведения
- Современные технологии
- Нанотехнологии
- Современные материалы, зарубежные аналоги
- Технологическая оснастка, инструменты
- Технологическое оборудование нового поколения
- Модернизация технологического оборудования
- Лучшие конструкторско-технологические решения объектов техники
- Техническое законодательство
- Экология, экономия ресурсов и энергоносителей
- Качество и сертификация продукции
- Обновленные сведения из стандартов (ГОСТов, ИСО)
- Цветная вкладка «Учимся конструировать»
- Микромеханика

Журнал входит в Перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.

ЖУРНАЛ РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ТОЛЬКО ПО ПОДПИСКЕ

Подписные индексы по каталогам:
72428 – «Роспечать»
41299 – «Пресса России»
60255 – «Почта России»

Россия, 107076, Москва, Стромьинский пер., д. 4, ООО «Издательство Машиностроение», редакция журнала «Справочник. Инженерный журнал»
Тел. (495) 269 49 98.
Факс (495) 269 47 98.
E-mail: handbook@mashin.ru
Http://www.mashin.ru

С ПРИЛОЖЕНИЕМ

УДК 621.757:62-752

В.Г. Шуваев, канд. техн. наук, **В.А. Папшев**, канд. биолог. наук
(Самарский государственный технический университет)

Оценка качества соединений методами вибрационной диагностики в процессе автоматизированной сборки деталей типа вал-втулка

Рассмотрены вопросы выбора момента приложения ударных тестовых воздействий для определения декремента затухания как показателя качества формируемых соединений при автоматизированной сборке деталей типа вал-втулка.

The article deals with the problem of the moment selection of application of shock test loadings for damping decrement detection as a quality level of joints by automated assembly of the parts of the sleeve-shaft system type.

Процесс автоматизированной сборки предполагает наличие методов и средств для определения как качества сборочных операций, так и свойств формируемых соединений [1]. Механика динамического взаимодействия контактирующих поверхностей в процессе сборки продольной запрессовкой учитывает расположение вершин выступов на различных уровнях, что приводит к локализации контактной деформации на дискретных площадках шероховатых поверхностей, создает переменное возмущение и вызывает локальные колебания и поверхностные волны.

Между показателями качества запрессовки и динамическими характеристиками механической колебательной системы существует прямая взаимосвязь, достаточно хорошо описанная аналитически в теории механических колебаний и служащая основой для построения диагностических алгоритмов [2, 3].

При реализации диагностических алгоритмов в процессе сборки измеряют величины колебаний поверхностей контакта соединяемых деталей, проводят частотный анализ измеренных колебаний, по результатам которого определяют погрешности сборки. Однако при измерении и анализе механических колебаний, возникающих в процессе сборки деталей, соответствующие им электрические сигналы имеют сравнительно небольшую амплитуду

и искажаются помехами как механической, так и электрической природы.

Для расширения функциональных возможностей и повышения точности обнаружения некачественной сборки за счет фиксации локальных дефектов предложено в соединяемых деталях дополнительно возбуждать колебания одиночным импульсом и определять некачественную сборку по результатам параметров отклика [4]. По осциллограммам затухающих контактных колебаний, полученным в результате эксперимента, определяют амплитуду, частоту колебательного процесса и другие параметры вибрации.

Определяющими факторами, влияющими и на амплитуду, и на частоту свободных затухающих колебаний, являются рассеяние энергии и диссипативные силы в контакте. Эти параметры можно оценить по коэффициенту поглощения или логарифмическому декременту затухания.

Диссипацию механической энергии при свободных колебаниях можно оценить, взяв значения амплитудных смещений непосредственно из расчетной динамической модели. Отклонения размеров и формы поверхностей контакта приводят к изменению упругодемпфирующих связей между ними, что проявляется, в частности, и в изменении величины декремента затухания.

В процессе сборки в соединяемых деталях осуществляют возбуждение колебаний одиночным импульсом и определяют некачественную сборку по результатам анализа параметров отклика. При этом возбуждение колебаний одиночным импульсом и анализ параметров отклика проводят последовательно для ряда значений координат относительного линейного перемещения деталей.

Рассмотрим процесс автоматизированной сборки деталей типа вал-втулка, для реализации которого используют устройство для определения качества сборки, схема которого представлена на рис. 1.

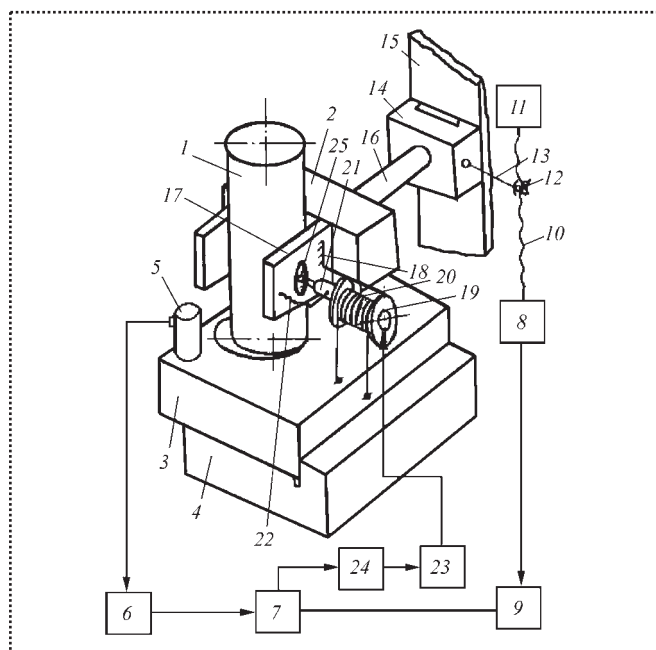


Схема устройства для определения качества сборки

Устройство содержит деталь стержневого типа – вал 1, который с помощью схвата робота 2 устанавливают в отверстие детали 3. Деталь 3 базируют в приспособлении 4.

Отклонения размеров и формы поверхностей контакта приводят к изменению величины амплитуды колебаний. Колебания поверхностей контакта при помощи датчика вибрации 5 преобразуют в электрический сигнал, который поступает в аналого-цифровой преобразователь (АЦП-1) 6 и из него в персональный компьютер 7.

Перемещение схвата робота вместе с валом 1 осуществляют с помощью двигателя 11 привода. Вращательное движение с двигателя передается парой винт 10 – гайка 12 и преобразуется в поступательное перемещение соответственно ползуна 14, штанги 16 и схвата 2. Ползун связан с гайкой кронштейном 13 и перемещается по вертикальной направляющей 15. Информация о перемещении детали 1 в вертикальном направлении с помощью преобразователя перемещений 8 преобразуется в электрический сигнал и подается через АЦП-2 9 в персональный компьютер 7, где и фиксируется.

По результатам частотного анализа колебаний, осуществляемого в компьютере с помощью специальных программ (быстрое преобразование Фурье), определяют дефекты сборки деталей путем сравнения эталонных значений частотных состав-

ляющих, хранящихся в памяти компьютера, с реальными значениями.

На губке 17 схвата робота с помощью кронштейна 18 закреплена катушка электромагнита 19 с токопроводящей обмоткой 20. В катушке электромагнита установлен сердечник 21, который с помощью возвратной пружины 22 соединен с губкой. На конце сердечника закреплен ударник 25, который через отверстие в губке может воздействовать на деталь стержневого типа. Обмотка катушки электромагнита подключена к выходу блока управления ударником 23, управляющий сигнал на который подается от персонального компьютера через цифроаналоговый преобразователь 24.

В процессе сборки в персональном компьютере 7 осуществляется постоянное сравнение амплитуды колебаний поверхностей контакта с заданным эталоном. При достижении амплитудой колебаний допустимого уровня персональный компьютер через цифроаналоговый преобразователь 24 выдает сигнал на блок управления ударником 23, который формирует управляющее воздействие (кратковременно подключает напряжение к токопроводящей обмотке 25 катушки электромагнита 19). Под действием электромагнитных сил сердечник 21 с ударником 23 через отверстие в губке 17 схвата наносит удар по детали 1 (валу). После отключения питания возвратная пружина 22 переместит сердечник с ударником в первоначальное положение.

Импульсом удара в соединяемых деталях возбуждают свободные затухающие колебания, которые датчиком вибрации 5 преобразуются в электрический сигнал. По этому сигналу в персональном компьютере осуществляется определение декремента затухания Λ и сравнение с его эталонным значением Λ_0 , соответствующего фактической площади контакта и контактному давлению для текущего значения координаты относительного линейного перемещения деталей.

Следующий цикл определения декремента затухания Λ осуществляется аналогично уже для следующего момента превышения амплитуды колебаний допустимого значения. В промежутках между определением декремента затухания Λ проводится частотный анализ и определение величины каждой частотной составляющей колебательного сигнала, причем анализ параметров отклика проводится в функции координат линейного относительного перемещения соединяемых деталей.



Выводы

Применение разработанного метода оценки качества соединений позволяет повысить точность определения положения дефектов в процессе сборки. Это достигается за счет фиксации моментов превышения амплитуды вибрационного сигнала заданного допустимого значения и возбуждения колебаний одиночным импульсом. По результатам анализа параметров отклика проводят оценку качества сборки.

Получение характеристик затухания процесса для различных внешних условий дает возможность оценить величину диссипации механической энергии в контакте, а также установить резонансные зоны и зоны устойчивой работы контактных пар,

что, в свою очередь, поможет создавать с учетом полученных рекомендаций условно-неподвижные соединения достаточно надежными и прочными в эксплуатации.

Список литературы

1. **Базров Б.М.** Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2005. 736 с.
2. **Пановко Я.Г.** Введение в теорию механических колебаний: Учебное пособие. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. 272 с.
3. **Штриков Б.Л., Шуваев В.Г.** Информационно-технологическое обеспечение эксплуатационных свойств прессовых соединений при ультразвуковой сборке // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2004. № 11. С. 34–36.
4. **А.с. № 1824279;** Б.И. № 24; 30.06.93. Способ определения качества сборки / В.А. Николаев, В.Г. Шуваев, В.А. Папшев.

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

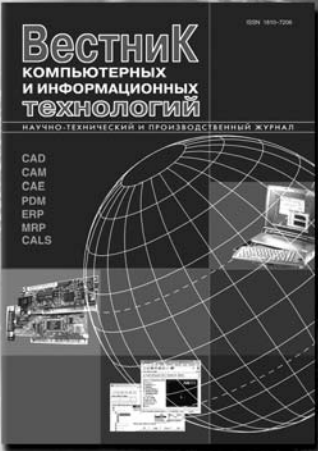
ВЕСТНИК КОМПЬЮТЕРНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

- Современные тенденции развития компьютерных и информационных технологий
- Информационно-управляющие комплексы подвижных объектов
- Компьютерное зрение. Виртуальная реальность
- Компьютерная графика и геометрическое моделирование
- Геоинформатика. Технологии дистанционного зондирования и мониторинга
- Технологии автоматической идентификации. Биометрия
- Автоматизация проектирования, конструирования и технологической подготовки производства. Интеллектуальные системы в производстве
- Информационная поддержка жизненного цикла технических систем
- Распределенные информационно-управляющие системы
- Автоматизация документооборота, электронные архивы и библиотеки
- Информационные технологии в экономике и профессиональном образовании
- Сетевые технологии. Интернет-технологии. Информационная безопасность
- Программное и аппаратное обеспечение процессов и систем
- Стандартизация и сертификация информационных продуктов и систем
- Выставки, семинары и конференции

Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней

Россия, 107076, Москва, Стромьинский пер., д. 4, ООО "Издательство Машиностроение", редакция журнала "Вестник компьютерных и информационных технологий"
Тел. (495) 268 69 19. Факс (495) 268 85 26. E-mail: vkit@mashin.ru. Http://www.mashin.ru

Журнал распространяется только по подписке



Подписные индексы по каталогам:
39244 "Пресса России";
84197 "Роспечать";
60263 "Почта России"

В.С. Квагинидзе, А.А. Водолазский (Технический институт (филиал)
Якутского государственного университета, г. Нерюнгри)

Совершенствование методов ремонта бульдозеров в условиях россыпных месторождений Севера*

Рассмотрена стратегия ремонта машин, характерная для россыпных месторождений Севера.

Ключевые слова: ремонт, наработка, техническое состояние, агрегатный.

Keywords: repair, operating time, technical state, modular.

Определяющими факторами при выборе метода ремонта являются:

- численность и профессиональная подготовленность эксплуатационного и ремонтного персонала;
- наличие или отсутствие развитых централизованных ремонтных баз;
- удаленность участков от баз предприятия;
- количественный состав применяемого оборудования;
- однотипность или разнотипность применяемых бульдозеров, их конструктивные особенности;
- соответствие ремонтной базы применяемому оборудованию;
- принятая стратегия предприятия по проведению технического обслуживания и ремонта.

При планировании технического обслуживания и ремонта применяют **стратегии** как *по наработке*, так и *по техническому состоянию*. Как показывают исследования, в условиях разработки россыпных месторождений более приемлемой представляется стратегия организации технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию. В этом случае перечень и периодичность выполнения операций определяется фактическим техническим состоянием бульдозера и его сборочных единиц и агрегатов.

Техническое состояние машины устанавливают по результатам контроля, который производят ежедневно эксплуатационным персоналом, а также периодически представителями ремонтно-механи-

ческой службы. Согласно стратегии ремонта по техническому состоянию перечень операций устанавливают по результатам диагностирования бульдозера до начала ремонта и в момент начала ремонта, а также по данным о надежности элемента или узла.

Стратегия предусматривает восстановление работоспособности машины, нарушение которой случайно во времени. Однако даже при применении такой стратегии некоторые работы необходимо осуществлять по наработке в соответствии с данными заводов-изготовителей и обобщением фактических данных (замена масла, масляных и топливных фильтров, смазывание агрегатов и узлов).

Как показали исследования, для бульдозеров наиболее приемлемым является **поэтапный ремонт**, производимый *сменно-узловым* или *агрегатным методами ремонта* на основе предварительного технического диагностирования. При такой организации объем ремонта оборудования разделяют на части, и замену сборочных единиц и агрегатов выполняют поэтапно в зависимости от их технического состояния.

Сущность агрегатного метода ремонта заключается в том, что на бульдозере выполняют ремонт базисных деталей и производят сборку машины из оборотного фонда: узлы и агрегаты заменяют поэтапно. Снятые с машины узлы ремонтируют, а затем направляют на склад ремонтной базы.

Поэтапный сменно-узловой метод ремонта, выполняемый на основе технического диагностирования, позволяет более полно использовать резервы индивидуальной работоспособности каждой конкретной машины, уменьшить трудовые и материальные затраты на ремонт и снизить продолжительность ремонта в полевых условиях за счет исключения необезличенного ремонта и быстрой замены неисправных узлов и агрегатов. В этом случае продолжительность ремонта определяют длительностью операций демонтажа (или снятия) и монтажа (или установки) элемента оборудования и не за-

*По материалам конференции "Технологическое обеспечение качества машин и приборов". Пенза. 2004.



висит от продолжительности восстановления и изготовления деталей.

Агрегатный метод ремонта возможен только при полной взаимозаменяемости сборочных единиц, а также при наличии оборотного фонда. Его целесообразно проводить при наличии однотипных машин. На практике старательские артели, занимающиеся разработкой россыпных месторождений, как раз и стремятся применять машины как можно меньшего количества типов. Обычно это один тип бульдозеров легкого тягового класса и один тип тяжелой техники.

Величину оборотного фонда каждого типа агрегата для предприятий, эксплуатирующих бульдозеры и выполняющих ремонты своими силами, можно в первом приближении определить по формуле

$$Q_{об} = \frac{N_{сп} B_r T_{об} \eta_o n}{365 B}$$

где $N_{сп}$ – списочное число бульдозеров одного типоразмера, шт.;

B_r – годовая (сезонная) планируемая наработка бульдозера, ч;

$T_{об}$ – время оборачиваемости сборочной единицы (агрегата) с учетом погрузки, разгрузки, транспортирования и ремонта на ремонтной базе, сут.;

η_o – коэффициент возможных отклонений оборачиваемости агрегата;

B – межремонтный ресурс сборочной единицы, ч;

n – количество одинаковых деталей в бульдозере, шт.

При внедрении *поэтапного агрегатного метода ремонта* был создан обезличенный обменный фонд узлов и агрегатов. Ремонт неисправных узлов и агрегатов производился на специализированной ремонтной базе специальными бригадами слесарей-наладчиков. Такие бригады были оснащены необходимым оборудованием, приспособлениями и инструментом. Замена узлов и агрегатов бульдозеров производилась поэтапно во время проведения плановых технических обслуживаний и ремонтов или приурочивалась к аварийным остановкам оборудования.

Внедрение *поэтапного сменно-узлового метода ремонта*, выполняемого на основе технического диагностирования, в комплексе с оптимизацией системы технического обслуживания и ремонта позволило сократить внеплановые простои бульдозеров почти на 20 %.

Новые книги издательства "Машиностроение"

Старков В.К. Шлифование высокопористыми кругами, 2007. 688 с.

Приведены рецептурные составы, технология изготовления и их влияние на эксплуатационные свойства высокопористого абразивного инструмента, достижения в создании и применении высокопористых кругов на основе эльбора, алмаза, микрокристаллического корунда и традиционных абразивных материалов. Даны рекомендации по назначению характеристик кругов и режимов маятникового и глубинного шлифования. Изложены способы предотвращения шлифовочных прижогов и трещин, а также результаты исследований и примеры практической реализации шлифования зубчатых колес, фасонного инструмента, замков лопаток, обработки со скоростями до 100 м/с, в том числе без охлаждения и др.

Для инженерно-технических работников, полезна студентам вузов.

Цена с НДС 550 руб.

Тел. (495) 269-66-00, 269-52-98. Факс: (495) 269-48-97.

E-mail: realiz@mashin.ru



Б.И. Коган, д-р техн. наук (КузГТУ, г. Кемерово)

Создание научных основ технологического обеспечения качества ремонта машин*

Рассмотрена возможность создания автоматизированного процесса выбора и формирования структуры и компоновки технологических ремонтных блоков.

Условиями эксплуатации объективно определяются виды взаимодействия поверхностей трибосопряжений (в том числе рабочих и неподвижных), а каждому виду взаимодействия поверхностей соответствуют наиболее характерные виды их разрушения, приводящие к отказу конкретного элемента или узла машины.

Характер контакта и нагрузки в сопряжениях определяют вид и скорость отказов, определяют необходимые конструктивные и технологические мероприятия по обеспечению надежности сопряжений. В табл. 1 приведены типичные виды контактов и предпосылки отказов.

В табл. 2 приведены сопутствующие свойства сопрягаемых поверхностей (подвижных и неподвижных) и особенности рабочей среды, определяющей надежность сопряжений.

Надежность машины можно выразить через ресурс T_p лимитирующего сопряжения:

$$T_p = \frac{S_\phi - S_k}{Y},$$

где S_ϕ – функциональный зазор, мкм;

S_k – конструкционный зазор при сборке, мкм;

Y – скорость изнашивания, мкм/ч.

В работах профессора А.Г. Сулова показано определяющее влияние параметров поверхностного слоя сопряженных элементов на показатели надежности, даны качественные и количественные зависимости. Показано, что существует возможность технологического управления формированием выбранной системой параметров поверхностного слоя деталей при их изготовлении. Эту возможность реализуют выбором рациональных методов и режимов обработки с учетом технологической наследственности.

*Печатается с разрешения журнала "Обработка металлов". 2006. № 2 (31).

Ремонт отказавших элементов сопряжений заключается в восстановлении их форм и размеров, геометрических и физико-механических свойств (контактных поверхностей и сопряжений неподвижных соединений и трибохарактеристик для подвижных), оптимальных свойств рабочей среды.

С учетом зависимостей между условиями эксплуатации, характеристик сопряженных элементов, видов и интенсивности их отказов, возможностей технологических методов реноваций и упрочнения необходимо построить алгоритм и логику автоматизированного формирования или выбора технологических ремонтных блоков (ТРБ), способных решать конкретные задачи ремонта конкрет-

1. Виды контактов и предпосылки отказов

Вид контакта	Вид перемещения или его отсутствие	Типовые примеры	Предпосылки отказов
По поверхности (плоской или кривой)	Без перемещения (неподвижное сопряжение)	Шлицевые, шпоночные сопряжения	Смятие, фреттинг-процесс
	Скольжение	Цилиндрические, геликоидные, резьбовые, плоские, колодочные тормоза	Износ (истирание)
По линии	Без перемещения	Контактные	Смятие, фреттинг-процесс
	Скольжение	Выглаживание	Износ (истирание)
	Обкатка, качение без скольжения	Подшипники качения	Поломка
	Качение со скольжением	Зубчатые зацепления, кулачковые пары, подшипники качения	Износ, усталость, отслаивание, поломка



2. Показатели качества поверхностного слоя элемента сопряжения

Показатели качества поверхностного слоя	Свойства сопрягаемых поверхностей и особенности рабочей сферы
Геометрические	Шероховатость, волнистость, макрогеометрия (неточность формы), повреждения формы
Физико-химические	Наклеп, остаточные напряжения, микроструктура, наличие пленки, окислов, теплопроводность, отражательная способность, магнитная проницаемость, электропроводность и др.
Износостойкость сопряжения при работе со смазкой и без смазки и прочность	Антифрикционность (коэффициент трения, способность к приработке и др.). Прочность (статическая, ударная, усталостная), жесткость стыка (нормальная, тангенциальная и демпфирующая)
Антикоррозионность	Коррозионная, эрозионная, кавитационная устойчивость

ных деталей, сборочных единиц, кинематических пар, обеспечивая оптимальные экономические показатели для конкретных условий работы и обслуживания машины.

На базе работ профессоров Э.В. Рыжова и А.Г. Сулова доцент Е.А. Польский (БГТУ, г. Брянск) предложил аналитическое выражение комплексного параметра C_R , характеризующего зависимость интенсивности J изнашивания поверхности от параметров C_m качества поверхностного слоя [4].

Выполнено большое количество работ по исследованию эффективности различных методов восстановления и упрочнения деталей машин, работающих в различных условиях эксплуатации. Однако не установлены объективные связи между условиями эксплуатации, трибохарактеристиками сопрягаемых поверхностей и технологическими методами их обеспечения, что позволило бы выбрать объективно обоснованные методы реновации и формировать соответствующие технологические блоки (см. рисунок).

В связи с изложенным представляется актуальным решение задачи создания системы технологического обеспечения качества ремонта машин и логики формирования ТРБ [5] в зависимости от условий эксплуатации контактирующих поверхностей кинематических пар, в том числе пар "рабочая поверхность – среда", характера отказов и закономерностей их износа. Эта работа содержит следующие этапы:

- ♦ систематизация и идентификация функциональных поверхностей по закономерностям износа и трибохарактеристикам, определяемых условиями эксплуатации (шероховатость, твердость, остаточные напряжения) с учетом характера и величин нагрузок;

- ♦ систематизация, идентификация методов реновации и упрочнения функциональных поверхностей (адресной модификации (АМТ-технологии), механическим и термическим упрочнением, увеличением размеров и износостойкости наплавкой гальваническими методами, СВС-технологией и др.);

- ♦ установление объективных зависимостей между методами реноваций и трибохарактеристиками в виде таблиц с идентифицированными ячейками;

- ♦ разработка и реализация алгоритма автоматизированного синтеза (логики формирования) ТРБ в зависимости от индекса элементов трибосопряжений;

- ♦ разработка классификатора виртуальных ТРБ (по подобию таблицы Д.И. Менделеева).

Правомерна и актуальна постановка профессором Б.М. Базровым задачи создания банка средств технологического обеспечения качества поверхностного слоя деталей на базе модульной технологии [1, 2].

Для выражения взаимосвязей (см. рисунок) и алгоритмизации процесса формирования структуры технологических блоков могут быть использованы характеристические таблицы (табл. 3).

Если каждый логический оператор принимает два значения (0 и 1), то всего различных комбинаций значений параметров будет 2^m .

Характеристические таблицы могут служить средством формального описания логических связей при автоматизированном синтезе алгоритмов выбора структуры ТРБ. В табл. 3: $A = \{A^1, A^2, \dots, A^n\}$ – множество арифметических операторов или их последовательности, которые должны быть реализованы при соответствующих значениях операторов $P = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$.

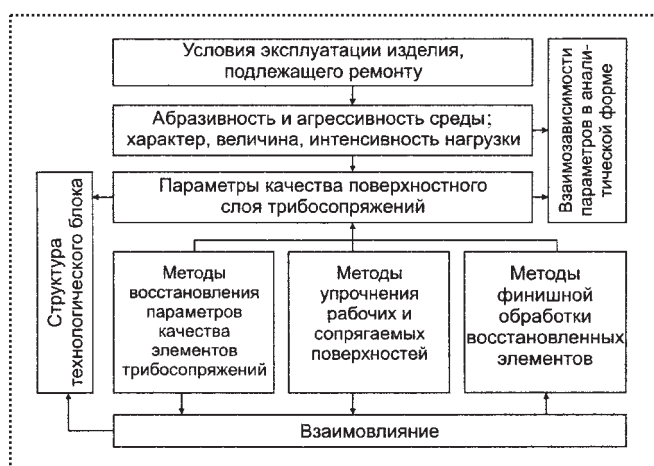


Схема взаимосвязей условий эксплуатации машины (механизма, кинематической пары, трибосопряжения), параметров качества поверхностного слоя трибосопряжений, методов восстановления

3. Характеристическая таблица

Параметры (логические операторы)			Решения (арифметические операторы)		
P_1	P_2	P_3	A^1	A^2	A^3
0	0	0	A_3	A_5	(A_7, A_8)
0	0	1	A_3	A_5	A_9
0	1	0	A_3	(A_1, A_4)	...
...
1	1	1	A_2	A_6	A_{10}

Например, если $P_1 = 0$, то выполняется арифметический оператор A^3 независимо от значения

остальных логических операторов. Если $P_1 = 0$ и $P_2 = 1$, то независимо от значения P_3 выполняется набор арифметических операторов (A_1, A_4) .

Для автоматизации процесса формирования или выбора структуры и компоновки ТРБ представляется эффективным использование принципов теории нейронных сетей (НС) [3]. В контексте НС решаются задачи классификации и кластеризации образов, аппроксимации функций, прогнозирования, оптимизации, моделирования и управления динамической системой. В данном случае нейрон – это логический модуль ТРБ, основанный на функциональной закономерности, служащий для технологического обеспечения качества ремонта.

Решение поставленных задач позволит создать научные основы технологического обеспечения качества ремонта машин.

Список литературы

1. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении / Б.М. Базров. М.: Машиностроение, 2001.
2. Базров Б.М. К созданию банка средств технологического обеспечения качества поверхностного слоя сталей / Б.М. Базров. Материалы 5-й Международной научно-технической конференции "Обеспечение и повышение качества машин на этапах их жизненного цикла". Брянск, 2005. С. 72–73.
3. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск: Наука, 1996.
4. Польский Е.А. Математическая модель отказа подвижного соединения пары трения – скольжения / Обработка металлов, 2002. 3(16). С. 15–17.
5. Патент № 50461, В 25 Н 1/2 от 19.01.2005 г. / Технологический ремонтный блок / Б.И. Коган, С.А. Бочарников, А.М. Сорган. Бюл. № 02, 20.01.2006.

Новые книги издательства "Машиностроение"

Пуховой А.А., Мелешко М.Г., Бобровник А.И., Левков В.Г. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту тракторов "БЕЛАРУС" серий 500, 800, 900, 2007. 432 с.

Приведены сведения об устройстве основных узлов, агрегатов и систем тракторов "БЕЛАРУС" серий 500, 800, 900, их краткие технические характеристики. Описаны возможные неисправности и способы их устранения. Даны рекомендации по разборке, сборке узлов и необходимые регулировочные операции.

Для механиков, дилеров, инженерно-технических работников сервисных центров, преподавателей и учащихся аграрных учебных заведений.

Цена с НДС 550 руб.

Телефоны: (495) 269-66-00, 269-52-98. Факс (495) 269-48-97 (круглосуточно)
http://www.mashin.ru. E-mail: realiz@mashin.ru



Техническое обслуживание оборудования. Продолжение*

Перечислены типовые объемы работ по техническому обслуживанию и ремонтам энергетического оборудования и сетей. Приведены данные по нормам трудоемкости ремонтов, простоя, продолжительности ремонтного цикла и межремонтного периода.

Typical volume of works by servicing, energy equipment repair and grid repair has been remitted. Guidelines of repair work content, delays, repair cycle time and inter-repair time have been provided.

6. Ремонт вентиляционного оборудования

Номенклатура оборудования

В состав вентиляционного оборудования, для которого разработаны ремонтные нормативы, входят следующие виды оборудования: вентиляторы центробежные низкого, среднего и высокого давления, вентиляторы антикоррозионные и пылевые, осевые вентиляторы.

Для вентиляционного оборудования нормативы разработаны на следующие виды профилактических работ:

- ♦ техническое обслуживание;
- ♦ осмотры (для установок с периодичностью чисток меньшей, чем величина межремонтного периода);
- ♦ текущие и капитальные ремонты.

При наличии постоянного дежурного оперативного персонала в машинных залах вентиляционного оборудования и установок кондиционирования воздуха техническое обслуживание, осмотры и, в ряде случаев, чистки вентиляционных систем и систем кондиционирования воздуха целесообразно вменять в обязанность оперативному персоналу, не включая эти работы в план работы эксплуатационного или ремонтно-эксплуатационного персонала.

Типовой объем работ по техническому обслуживанию и ремонтам

В объем технического обслуживания вентиляционного оборудования входят:

- мелкий ремонт, не требующий специальной остановки вентиляционной установки и осуществ-

ляемый во время перерывов в работе производственных участков или технологических установок (подтяжка креплений, ремней, ремонт фиксаторов положения дросселей, шиберов и т.п.);

- осмотры оборудования по графику, утвержденному главным энергетиком предприятия, с заполнением карты осмотра;

- для оборудования, расположенного в машинных залах с постоянным обслуживанием, осмотры производят ежемесячно, для остальных установок периодичность осмотров назначают в зависимости от местных условий, но не реже 1 раза в месяц, а для установок, отнесенных к категории основного оборудования (вентиляционные системы и установки кондиционирования воздуха герметизированных помещений, взрыво- и пожароопасных участков, а также участков с применением особо токсичных веществ) не реже 1 раза в 10 дней;

- повседневный надзор за выполнением инструкций по эксплуатации систем, температурой подшипников, правильностью направления вращения вентилятора, отсутствием ненормальных шумов, вибраций и подсосов, за правильностью положения шиберов и дроссель-клапанов, температурой подаваемых на установку теплоносителя и хладагента, отсутствием течи в калориферах, испарителях, в камере орошения и трубопроводах обвязки приточной камеры или установки кондиционирования воздуха;

- контроль за состоянием ограждений вращающихся частей, за своевременностью включения и выключения вентиляционных систем и отдельных воздухоприемных устройств, в том числе и во время перерывов в работе участков и отдельных единиц технологического оборудования, подрегулировка систем при нарушении заданных параметров воздушной среды в обслуживаемых помещениях с фиксацией произведенных операций в оперативном журнале (при этом запрещается выходить без разрешения вентиляционного бюро или лаборатории микроклимата за пределы регулировки, установленные вентиляционным бюро, лабораторией или наладочной организацией);

- отключение вентиляционных систем в аварийных ситуациях в порядке, регламентированном местными инструкциями, участие в приеме-сда-

*Начало см. журнал "Сборка в машиностроении, приборостроении" № 4, 5, 2008 г.



точных испытаниях после монтажа, ремонта и наладки вентиляционных систем.

В объем осмотров, проводимых в порядке не регламентированного технического обслуживания (по графику как самостоятельные операции), входят следующие работы:

- ♦ выполнение операций технического обслуживания: контроль за состоянием подшипников, муфт, шкивов, ременной передачи, креплений вентиляторов и за исправностью виброгасящих устройств; осмотр кожуха вентилятора, наблюдение за состоянием лопаток ротора, калориферов, испарителей, утепленных клапанов, запорной арматуры, форсунок и камеры орошения;

- ♦ проверка зазоров между ротором и кожухом вентилятора, отсутствия разбалансировки ротора (по вибрации кожуха и равномерности вращения ротора);

- ♦ проверка состояния, а также (при наличии стационарно смонтированного жидкостного манометра) сопротивления фильтров, плотности прилегания фильтровых кассет к раме, чистоты зафильтрованных пространств;

- ♦ проверка исправности механизма передвижения самоочищающихся масляных фильтров, степени загрязненности и уровня масла в ванне фильтров, исправности механизмов встряхивания рукавных фильтров;

- ♦ проверка правильности и надежности работы шиберов, клапанов, задвижек, дроссель-клапанов и механизмов управления ими;

- ♦ проверка герметичности дверей, камер, состояния и целостности тепловой изоляции камер, коллекторов, воздухопроводов, плотности соединений воздухопроводов и наличия уплотняющих прокладок;

- ♦ осмотр состояния окраски и антикоррозионных покрытий;

- ♦ чистка пылеприемных и пылесборных устройств, пылеосадочных камер, сеток, вентиляционных и жалюзийных решеток;

- ♦ проверка прочности крепления шахт, труб, дефлекторов, подвесных воздухопроводов;

- ♦ выборочный контроль степени загрязнения воздухопроводов;

- ♦ контроль наличия и при необходимости пополнения смазки вращающихся частей.

При осмотре устраняют незначительные дефекты, а остальные вносят в карту осмотра как подлежащие устранению при плановом, а при необходимости и внеплановом ремонте.

Типовой объем работ при текущем ремонте вентиляционного оборудования

При текущем ремонте производят операции технического обслуживания и осмотров и, кроме того:

- ♦ очистку наружных поверхностей от пыли и грязи;

- ♦ отключение и частичную разборку вентиляционной системы;

- ♦ исправление вмятин;

- ♦ заделку пробоин и проржавевших мест кожухов вентиляторов, вентиляционных камер, коллекторов, воздухопроводов, вентиляционных шахт, циклонов, скрубберов, вытяжных зонтов и прочих устройств из листового материала (сталь, винипласт и т.п.);

- ♦ ремонт нарушенных фальцевых, клепаных, клееных и сварных соединений;

- ♦ полную перетяжку всех болтовых соединений;

- ♦ замену негодных фланцев, болтов, прокладок, гибких вставок, креплений (подвесок, хомутов, кронштейнов и т.п.);

- ♦ ремонт разделок в местах прохода вентиляционных шахт и воздухопроводов через кровлю и другие строительные конструкции;

- ♦ ремонт и замену поврежденных и установку недостающих вентиляционных плафонов, насадок, решеток, местных отсосов, сеток дефлекторов, а также регулировку их положения, зазоров и сечений;

- ♦ ремонт фиксирующих и регулирующих механизмов;

- ♦ полную очистку воздухопроводов, вентиляторов, калориферов и других элементов вентиляционных систем;

- ♦ ремонт отделки, конструктивных элементов и дверей вентиляционных камер;

- ♦ заварку трещин ротора, рихтовку погнутых и замену негодных и недостающих лопаток, ремонт вала;

- ♦ замену негодных подшипников качения;

- ♦ перезаливку и шабровку вкладышей подшипников скольжения;

- ♦ восстановление зазоров между ротором и кожухом;

- ♦ балансировку ротора вентилятора;

- ♦ очистку, промывку и смазку висциновых фильтров, замену фильтрующих материалов или



кассет резервными с последующим ремонтом и перезарядкой снятых;

- ◆ замену масла в ваннах самоочищающихся фильтров;
- ◆ ремонт встряхивающего механизма рукавных фильтров с заменой изношенных деталей;
- ◆ прочистку сопл форсунок камеры орошения;
- ◆ замену поврежденных форсунок, регулировку их установки;
- ◆ ремонт оребрения трубок калориферов и испарителей;
- ◆ заварку или замену лопнувших трубок;
- ◆ смазку всех механизмов и осей;
- ◆ очистку от ржавчины всех подвергшихся коррозии элементов вентиляционных систем и восстановление местных повреждений окраски и антикоррозионных покрытий;
- ◆ устранение вибраций воздухопроводов и вентиляторов и создаваемого ими шума.

Типовой объем работ при капитальном ремонте

При капитальном ремонте производят все операции текущего ремонта и кроме того:

- ремонт или замена ротора и вала вентилятора;
- ремонт кожуха вентилятора;

- обязательная замена всех подшипников качения;
- статическая балансировка ротора на специальном приспособлении;
- полный ремонт конструктивных элементов, теплоизоляции вентиляционных камер и камер кондиционеров с заменой при необходимости утепленных клапанов, дверей, многостворчатых клапанов, дроссель-клапанов, шиберов, задвижек, механизмов и приводов;
- замена не менее 30 % воздухопроводов, местных отсосов, вентиляционных плафонов, насадок, зонтов, дефлекторов, калориферов, испарителей, форсунок и других комплектующих и конструктивных элементов и узлов вентиляционных систем и систем кондиционирования воздуха вплоть до замены отдельных секций кондиционеров;
- полная очистка камер, оборудования, пылеприемных, пылеулавливающих устройств местных отсосов, укрытий, воздухопроводов от пыли, грязи, шлама и отслоившейся краски;
- полная перекраска всего оборудования, помещений вентиляционных камер, внутренних и наружных поверхностей секций кондиционеров (особое внимание уделяют зафильтрованным помещениям);
- сборка системы;

12. Продолжительность ремонтных циклов и межремонтных периодов

Цехи и отделения	Вентустановки	Продолжительность ремонтного цикла, мес.	Продолжительность ремонтного периода, мес.	Количество текущих ремонтов в ремонтном цикле
Механические с обработкой металлов резанием, холодной штамповки, сборочные	Вытяжные	96	8	11
	Приточные	120	—	14
Шлифовальные, заточные, наждачные, деревообрабатывающие цехи и отделения	Вытяжные	48	—	5
	Приточные	96	—	11
Кузнечные, прессовые, прокатные отделения горячей штамповки, прессовые отделения пластмассовых цехов, термические и сварочные	Вытяжные	72	—	8
	Приточные	120	—	14
Литейные, гальванические, закалочные и травильные	Вытяжные	48	4	11
	Приточные	96	8	11
Прочие цехи	Передвижные душирующие	96	8	11

Примечания: 1. При переходе с одной сменности на другую продолжительность ремонтного цикла берется с поправочными коэффициентами: для односменной работы – 2,0, для трехсменной – 0,7, для круглосуточной непрерывной работы в течение года, включая выходные дни, – 0,5.

2. Продолжительность межремонтного периода при переходе работы вентустановок с одной смены на другую, следует округлять до 1 месяца, ремонтного цикла – до 6 месяцев.

3. Продолжительность ремонтного цикла для вентустановок, вентиляторы которых проработали свыше 6 лет, сокращают на 10 %.



- опробование отдельных узлов и системы в целом;
- производство испытаний и наладки.

В состав испытаний газоочистных установок включают испытание (опрессовку) корпусов аппаратов всех видов на герметичность пробным давлением в соответствии со СНиП.

Аппарат считают выдержавшим испытание, если утечка воздуха к концу испытания не превысила 8 %.

При невозможности проведения гидравлических испытаний допускают проверку швов на герметичность керосином по ГОСТ 3242–79 или фреоновыми течеискателями, 24-часовую обкатку механизмов встряхивания и транспорта пыли, электрических и рукавных фильтров.

13. Нормы трудоемкости ремонта вентиляционного оборудования

Оборудование	Норма трудоемкости ремонта, чел.-ч	
	капитального	текущего
Вентиляторы радиальные из углеродистой стали низкого и среднего давления производительностью, тыс. м ³ /ч:		
0,45...3	10	3
0,95...4,8	15	4,5
1,3...4,8	20	6
3...6	25	7,5
4,5...7	30	9
7,5...24	40	12
10...31	60	18
11,2...38	80	24
15,8...50	100	30
43...110	120	36
80...165	150	45
Вентиляторы пылевые радиальные из углеродистой стали давлением до 3680 Па производительностью, тыс. м ³ /ч:		
2...5	30	9
8,3...10	45	13
9...30	80	18
15...40	90	27
Вентиляторы осевые из углеродистой стали производительностью, тыс. м ³ /ч:		
2...6,6	7	2
5,2...13	11	3
10...26	18	5
21...28	21	6
31...42	28	8
Вентиляторы радиальные крышные производительностью, тыс. м ³ /ч:		
2...4,2	30	9
3,6...8,05	40	12

Нормативы продолжительности ремонтных циклов, межремонтных периодов, нормы трудоемкости ремонтов, а также нормы простоя из-за ремонта приведены в табл. 12, 13, 14.

14. Нормы простоя из-за ремонта

Трудоемкость ремонта, чел.-ч	Простой при капитальном ремонте, сут.	Простой при текущем ремонте, ч	Трудоемкость ремонта, чел.-ч	Простой при капитальном ремонте, сут.	Простой при текущем ремонте, ч
50	1	5	800	10	80
100	2	8	1000	13	100
200	3	16	1200	16	120
300	4	32	1400	19	150
400	5	48	1600	21	170
600	8	64	1900	23	185

Примечания: 1. Нормы даны для работы в две смены. При работе в три смены вводят коэффициент 0,75, при работе в одну смену – коэффициент 1,8.

2. В целях исключения длительных простоев обслуживаемых участков при ремонте вентиляционных систем применяют последовательно-узловой метод ремонта.

7. Ремонт calorиферов

Типовая номенклатура работ по видам ремонта

Текущий ремонт. При текущем ремонте производят операции технического обслуживания и осмотров и, кроме того: осмотр calorиферов, предремонтные испытания calorиферов, промывка загрязненных пластин и секций водой из шлангов, выправление прилегания помятых пластин к трубкам, не нарушая оцинковки, проверка всех болтовых соединений и креплений и их подтягивание, ремонт рам и каркасов под calorиферы, контроль качества ремонта, испытание calorиферов, окраска доступных поверхностей.

Капитальный ремонт. При капитальном ремонте производят все операции текущего ремонта и, кроме того: разборка calorиферов, замена более 50 % всех трубок с пластинами, замена крышек, сборка calorиферов, оцинковка поверхности нагрева calorиферов, контроль качества ремонта, послеремонтные испытания, окраска доступных поверхностей.

Нормы трудоемкости ремонтов приведены в табл. 15. Для calorиферов иных конструкций нор-

**15. Нормы трудоемкости ремонта стальных calorиферов на 1 шт.**

Наименование оборудования	Поверхность нагрева, м ²	Норма трудоемкости ремонта calorиферов, чел.-ч		Наименование оборудования	Поверхность нагрева, м ²	Норма трудоемкости ремонта calorиферов, чел.-ч		
		текущий ремонт	капитальный ремонт			текущий ремонт	капитальный ремонт	
Одноходовые calorиферы				Пластинчатые СТМ модели: "Б", "С", "М"	10...20	4,8	12	
Стальные пластинчатые средней модели: КфБ, КфС, КЗПП	7...20	4,8	12		20...30	6,4	16	
	20...35	6,4	16		30...40	8,0	20	
	35...40	8,0	20		40...50	9,6	24	
	40...45	9,0	24		50...60	12,8	32	
	45...55	12,8	32		60...70	16,0	40	
	55...70	16,0	40		70...80	24,0	60	
Стальные пластинчатые большой модели: КФБ, КЧПП	9...20	4,8	12		80...90	32	80	
	20...30	6,4	16		Многоходовые calorиферы			
Стальные спирально-навивные средней модели: КФСО	30...40	8,0	20		Стальные пластинчатые средней модели: КМС, КЗБП, КВС-П	До 20	4,8	12
	40...50	9,6	24			20...25	6,4	16
	50...60	12,8	32			25...40	8,0	20
	60...70	16,0	40			40...45	9,6	24
Стальные спирально-навивные большой модели: КФБО	13...25	4,8	12		45...55	12,8	32	
	25...40	6,4	16	72	24	60		
	40...50	8,0	20	Пластинчатые большой модели: КМБ, КЧВП	10...30	4,8	12	
	50...60	9,6	24		30...40	8,0	20	
60...70	12,8	32	45...55		9,6	24		
Стальные пластинчатые с плоскоовальными трубками СТД-3009В модель "Б"	До 10	4,8	12		60...70	12,8	32	
	10...15	6,4	16	Пластинчатые с плоскоовальными трубками СТД 3010В модель "Б"	До 10	4,8	12	
	15...25	8,0	20		10...15	6,4	16	
	25...35	9,6	24		15...25	8,0	20	
	35...45	12,8	32		25...35	9,6	24	
	45...50	14,4	36		35...45	12,8	32	
	50...55	16,0	40		45...50	14,4	36	
55...60	19,2	48	50...55		16,0	40		
65...75	32	80	55...60	19,2	48			
				65...75	32,0	80		
				5...15	4,8	12		
				42	9,6	24		
				62	12,8	32		
				10...20	4,8	12		
				20...36	6,4	16		
				30...35	8,0	20		
				96	32,0	80		
				140...145	40,0	100		

мы трудоемкости ремонта определяют путем приравнивания их к аналогичному по конструктивно-исполнению, назначению и площади поверхности нагрева.

Список литературы

1. **Справочник** механика. Нижний Новгород: Изд-во "Вента-2", 2001.

(Продолжение следует.)

Новые книги издательства "Машиностроение"

Справочник токаря-универсала / Колл. авт. под ред. М.Г. Шеметова и В.Ф. Безъязычного. – 2-е изд., перераб. и доп., 576 с.

Изложены сведения о процессах и режимах резания, нормировании токарных работ. Приведены методы повышения производительности труда, технические характеристики оборудования, описание технологической оснастки и инструмента, данные по обработке особо сложных деталей. Приведены сведения из опыта работ отечественных и зарубежных промышленных предприятий.

Цена с НДС 440 руб.

Телефоны: (495) 269-66-00, 269-52-98. Факс (495) 269-48-97 (круглосуточно)
http://www.mashin.ru. E-mail: realiz@mashin.ru

П.В. Ольштынский, канд. техн. наук, О.В. Мартыненко, канд. техн. наук
(Камышинский технологический институт, филиал Волгоградского ГТУ)

Практическое обучение на среднетехническом факультете в условиях многоуровневого профессионального образования

Рассмотрены вопросы организации практического обучения в условиях системы многоуровневого профессионального образования, включая этапы изучения технологического процесса сборки. Доказана актуальность и показана возможность получения рабочей профессии слесаря механосборочных работ в период практики.

In the article the questions of practical studying organization under conditions of multilevel vocational education including the stages of studying the technological process of assembling are included. Relevance is substantiated and the possibility of getting the working profession of machine-assembly works metalworker during practical work is underlined.

В России система среднего профессионального образования находится в определенной зависимости от социально-экономической структуры общества. Поэтому в настоящее время для активизации решений новых задач в образовании возникли предпосылки и условия создания системы многоуровневого профессионального образования.

Такое многоуровневое образование успешно осуществляют в Камышинском технологическом институте (филиале Волгоградского ГТУ), в котором функционирует среднетехнический факультет [1].

На факультете реализуют профессиональные образовательные программы среднего профессионального образования (СПО) по шести специальностям. Соответствующие специальности есть и на факультетах высшего профессионального образования (ВПО). Образовательный процесс на среднетехническом факультете обеспечивают объединенные кафедры института, в штат которых введена должность — заместитель заведующего кафедрой по СПО.

Координацию учебной и методической работы на факультете обеспечивает учебно-методический совет среднетехнического факультета, возглавляемый заместителем директора института по средне-

техническому обучению. В состав совета входят все заместители заведующих кафедрами по СПО, заведующие очным и очно-заочным отделениями среднетехнического факультета, методист и ведущие преподаватели.

В настоящее время выделяют три преобладающих образовательных уровня. Каждый из них завершается итоговой государственной аттестацией с выдачей соответствующего документа государственного образца.

Первый уровень предполагает реализацию базовых образовательных программ СПО. *На втором уровне* обучение продолжают по программе высшего профессионального образования — бакалавриата. *Третий уровень* реализует обучение студентов по сокращенным очной или очно-заочной формам обучения по программе высшего профессионального образования.

Общее управление среднетехническим факультетом и другими факультетами института осуществляет Ученый совет под председательством директора института и научно-методический совет. Ученый совет разрабатывает мероприятия, направленные на повышение качества подготовки специалистов среднего звена в рамках многоуровневого профессионального образования. Практическую реализацию решений научно-методического совета осуществляют объединенным учебно-методическим отделом института, который является организационным, информационным, проектировочным и инновационным центром деятельности факультетов в области организации образовательного процесса.

Важным элементом межфакультетской интеграции являются кафедры, которые объединяют преподавателей всех факультетов, родственных специальностей СПО и ВПО, на которых сосредоточена и педагогическая нагрузка по родственным специальностям СПО и ВПО, а также направлений бакалавриата. Такая структура позволяет вести обучение и широко привлекать для ведения занятий на среднетехническом факультете преподавателей ин-



ститута, имеющих ученую степень. Это повышает не только уровень преподавания, но и качество знаний студентов.

Одной из специальностей, которую могут получить студенты среднетехнического факультета, является специальность "Технология машиностроения". В целом специфика средней профессиональной школы включает в себя *практико-ориентированное образование*, подразумевающее, с одной стороны, ориентацию качества образования на запросы экономики, с другой – соотношение теоретического и практического содержания обучения в идеале 50 % на 50 %. Не составляет исключения и рабочий учебный план по специальности "Технология машиностроения". Согласно Государственному стандарту предусмотрены следующие виды занятий:

- ◆ практика для получения первичных профессиональных навыков;
- ◆ практика по профилю специальности;
- ◆ преддипломная практика.

Таким образом, получив базовые знания по естественно-научным дисциплинам, студенты в третьем и четвертом семестрах изучают цикл общепрофессиональных дисциплин. При этом знания, умения и навыки студентов по каждой из этих дисциплин характеризуются лишь способностью решать задачи по образцу, основанному на репродуктивном мышлении.

Для практической интеграции знаний, умений и навыков и формирования на этой базе готовности студентов к проектной работе предусмотрено практическое обучение. Во время учебной практики студенты приобретают необходимые знания, умения и навыки смежных машиностроительных профессий: слесаря, токаря, фрезеровщика, сверловщика, шлифовщика, а также на своих рабочих местах изучают основные технологические процессы производства.

Результатом такого подхода является получение рабочей профессии слесаря механосборочных работ, которая на современном машиностроительном предприятии является одной из наиболее распространенных, и ее значение повышается с ростом механизации производственных процессов в машиностроении.

Для получения 2-го разряда слесаря-сборщика студент должен хорошо знать не только выпускаемую машину в целом, но и ее отдельные узлы, владеть основными слесарными приемами, правильно

выбирать инструмент и приспособления, а также должен знать [2]:

- технические условия на собираемые узлы и механизмы;
- основные сведения о допусках и посадках собираемых узлов и механизмов;
- способы устранения деформаций при термической обработке и сварке;
- чтение простых сборочных чертежей;
- назначение СОТС и способы их применения;
- назначение и правила применения наиболее распространенных сборочных приспособлений.

В течение практики студентов обучают вести сборку и регулировку простых узлов и механизмов, а также вести сборку узлов средней сложности с применением специальных приспособлений, выполняют сборку деталей под сварку, соединяют детали и узлы пайкой, резьбовыми соединениями и холодной клепкой. Совместно с мастером производственного обучения производят сборку сложных и ответственных узлов и машин с пригонкой деталей, испытания собранных механизмов на стендах и прессах гидравлического давления.

В этот период практики строго ведут учет затраченного времени и качества выполнения работы, правильного использования требуемых контрольно-измерительных инструментов и приборов, соблюдения правил техники безопасности и организации рабочего места. Выполняя различные слесарно-сборочные работы, студенты приобретают определенный автоматизм приемов и движений при сборке различных соединений.

Детали и узлы механизмов и машин, которые студенты обрабатывают и собирают во время учебной практики, входят в продукцию, изготавливаемую в учебно-производственных мастерских кафедры "Технология машиностроения" и предназначенную для проведения лабораторных, практических занятий и научных исследований. Квалификационные испытания в целях присвоения рабочего разряда слесаря механосборочных работ проводятся квалификационной комиссией с участием представителей базовых предприятий и института.

В дальнейшем при прохождении практики по профилю специальности студенты изучают технологический процесс сборки как часть общего производственного процесса. Таким образом, выпускники среднетехнического факультета, обучающиеся по специальности "Технология машиностроения", хорошо знакомы с процессом сборки деталей машин и



механизмов, одним из основных технологических процессов машиностроения.

На преддипломной практике студенты овладевают профессиональным опытом, проверяют профессиональную готовность к самостоятельной трудовой деятельности. При этом на всех этапах практики решают следующие задачи [3]:

- интеграция знаний, умений и навыков, приобретенных при изучении теоретических дисциплин;
- разработка конструкторской документации деталей и механизмов общего назначения;
- моделирование всех стадий разработки конструкторской документации в соответствии с ЕСКД;
- приобретение базовых знаний, умений, навыков практической работы на металлорежущих станках и проектно-конструкторской работы, адекватной требованиям выполнения курсовых проектов по специальным дисциплинам.

В целом практическое обучение наряду с теоретическим позволяет сформировать у студентов творческое мышление, что является необходимым качеством специалиста-техника. Усвоенные знания и умения при прохождении всех видов практического обучения вносят вклад в готовность сту-

дентов к проектной деятельности, что, безусловно, поможет им продолжить обучение по программе ВПО по специальности "Технология машиностроения".

Таким образом, в Камышинском технологическом институте (филиале Волгоградского ГТУ) имеется хорошая возможность реализации интересов личности в сфере профессионального образования в условиях малого города России.

Список литературы

1. Кучеров В.Г., Белов А.В., Ольштынский П.В. и др. Организация подготовки специалистов на среднетехническом факультете в Камышинском технологическом институте (филиале) Волгоградского государственного технического университета. Материалы Всероссийской научно-методической конференции в 4-х частях, ч. 3. Ижевск: изд-во ИЖГТУ, 2003. С. 65–70.
2. Нефедов Н.А. Практическое обучение в машиностроительных техникумах. Учебная практика: учебн. пособие для техникумов. М.: Машиностроение, 1982. 115 с.
3. Мананникова Л.К. Примерная программа практики по специальности 1201 "Технология машиностроения" среднего профессионального образования. М.: Издательский отдел ИПР СПО, 2004. 60 с.

Продолжается подписка

на научно-технический и производственный журнал
"Трение и смазка в машинах и механизмах"

Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.

Подписные индексы по каталогам:

- 20139 – "Роспечать";
- 39039 – "Пресса России";
- 60253 – "Почта России".

Подписку можно оформить непосредственно в издательстве.

Телефон редакции: (495) 268-38-42.

В.С. Григорьев, канд. техн. наук (Пензенский государственный университет)

О взаимосвязи сборки и самосборки при образовании соединений

Предложена аксиома о триединстве существования объектов или процессов, позволяющая представлять взаимосвязи между элементами в виде треугольного графа.

Применительно к триединству "сборка–самосборка–соединение" построен обобщенный граф взаимосвязей видов сборок и самосборок, а также обобщенный граф кинематических взаимосвязей составляющих элементов при образовании соединений.

Указано на особенности образования соединений, получаемых при традиционной сборке и самосборке.

An axiom about triad of existence of objects or processes is suggested. It allows to represent interconnections between given constituent elements as a triangle graph where nodes are formed by these elements.

With regard to triad of "assembling–selfassembling–joining" a generalized graph of connections of assembling and selfassembling types is constructed. Also a generalized graph of kinematics interconnections of constituent elements while making joints is presented.

Peculiarities of making joints is traditional assembling and selfassembling are pointed out.

Ключевые слова: связь, взаимосвязь, сборка, самосборка, соединение, граф, процесс, объект, система, элемент.

Keywords: connection, interconnection, assembling, self-assembling, joint, graph, process, object, system, element.

Всякая деятельность человека или общества в целом строится на основании познания закономерностей окружающего мира, отражающих собой взаимосвязи между существующими объектами или протекающими процессами, следуя принципу системности "все связано со всем" [1].

Согласно этому принципу все в мире едино, но в то же время не едино и включает в себя противоположности, которые взаимодействуют между собой. При этом по отношению к какому-нибудь рассматриваемому объекту или процессу как системы, в качестве аксиомы можно принять, что *всякое*

третье есть результат соединения и взаимодействия двух системных противоположностей, образующее с ними триединство.

Все это в какой-то мере переключается с высказыванием Ф. Бэкона о том, что "человек может только соединять или разъединять тела природы, все остальное совершается внутри ее" [2], т.е., по сути, изначально образование каких-либо тел определенного уровня иерархии может осуществляться только из составляющих элементов путем самосборки.

Следовательно, без осуществления в начале по законам природы процессов самосборки, например, атомов, молекул, кристаллов, поликристаллов и т.п., при образовании из них макротел, нельзя было бы говорить ни о какой сборке как таковой в ее традиционном толковании, где за исходный элемент принимают изделие в виде детали.

Так в работе [3] сборка описана с системных позиций как "процесс обеспечения связей между элементами системы за счет экзогенных и/или эндогенных энергетических полей различной природы". Это определение сборки отражает как ее традиционное описание (т.е. как экзогенную сборку), так и с точки зрения самосборки (т.е. как эндогенную сборку).

С учетом того, что как традиционная сборка, так и самосборка призваны образовывать соединения из составляющих элементов определенных уровней (т.е. макро- и микротел), очень важным является установление возможных взаимосвязей между ними и их составляющими элементами (объектами).

Так как традиционная сборка и самосборка, по сути, соотносятся между собой как взаимосвязанные противоположности, то согласно аксиоме о триединстве существования процессов или объектов они вместе образуют нечто результирующее – третье, т.е. соединение.

Тогда взаимосвязь в структуре триединства элементов "сборка–самосборка–соединение" условно можно изобразить в виде треугольного графа с вершинами "1–2–3" (рис. 1).

Следуя аксиоме о триединстве существования объектов или процессов и основываясь на принципе только возможного соединения или разъединения тел различного уровня иерархии при образова-

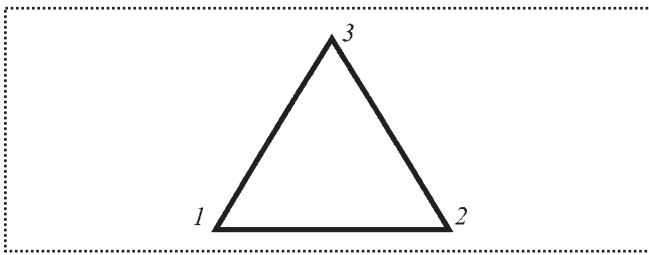


Рис. 1. Треугольный граф взаимосвязи структурных элементов "сборка–самосборка–соединение":

1 – сборка; 2 – самосборка; 3 – соединение

нии систем, взаимосвязь структурных элементов "сборка–самосборка–соединение" (т.е. граф с вершинами "1–2–3") с элементами более низких уровней иерархии можно представить в виде обобщенного графа (рис. 2).

При этом следует заметить, что каждый из указанных здесь составляющих элементов более высокого уровня иерархии (т.е. общности) также следует аксиоме о триединстве существования объектов или процессов, т.е. обладает свойством деления на кванты (составляющие элементы) более низкого уровня иерархии.

Каждая вершина обобщенного графа (см. рис. 2) характеризуется своей степенью, указывающей, какому числу ребер она принадлежит, и всякое его ребро отражает соответствующую взаимосвязь между рассматриваемыми вершинами. Кроме того, одно и то же ребро обобщенного графа, входящее при его декомпозиции в отдельные составляющие графы, позволяет более глубоко понять и оценить его значимость.

Так как всякая взаимосвязь (связь) есть результат проявления взаимодействия между телами, осуществляемого с помощью какого-либо энергетического поля или их сочетания, получаемое соединение в общем случае может быть охарактеризовано различной степенью подвижности или неразъемности (неподвижности) образующих его элементов.

В этом случае будем считать, что *подвижность при соединении двух тел есть результат проявления взаимодействия между ними какого-либо энергетического поля (или сочетания полей), обеспечивающего возможность их взаимного перемещения относительно друг друга (т.е. за счет воздействия кинетической энергии) с допустимыми степенями свободы.*

С другой стороны, *неразъемность при соединении двух тел есть результат проявления взаимодействия между ними какого-либо энергетического поля (или сочетания полей), обладающего необходимым запа-*

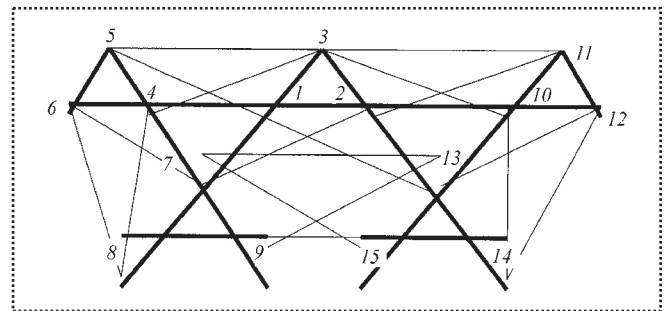


Рис. 2. Обобщенный граф взаимосвязей видов сборок и самосборок при образовании соединений:

1 – сборка; 2 – самосборка; 3 – соединение; 4 – сборка разъемного соединения; 5 – сборка разъемного соединения без дополнительного элемента; 6 – сборка разъемного соединения с дополнительным элементом; 7 – сборка неразъемного соединения; 8 – сборка неразъемного соединения с дополнительным элементом; 9 – сборка неразъемного соединения без дополнительного элемента; 10 – субмикросамосборка (наносборка); 11 – самосборка атомов; 12 – самосборка молекул; 13 – микросамосборка; 14 – самосборка кристаллов; 15 – самосборка поликристаллов (зерен)

сом (ресурсом) сопротивления воздействию силовых нагрузок (т.е. сил, моментов) и лишаящего их полного перемещения относительно друг друга.

В существующей практике обеспечение подвижности или неразъемности (неподвижности) между двумя телами при образовании соединений реализуется рядом известных способов, которые условно можно объединить в следующие группы:

- ограничение степени подвижности в соединениях путем видоизменения профиля (контура) соединяемых (сопрягаемых) элементов (например, шлицевое соединение, зубчатое соединение и др.);

- ограничение степени подвижности в соединениях путем применения дополнительного дискретного конструктивного элемента, обеспечивающего механическую взаимосвязь между сопрягаемыми элементами (например, шпоночное соединение, штифтовое соединение и др.);

- лишение временной или постоянной неподвижности (неразъемности) между соединяемыми элементами путем применения дискретных элементов (устройств), способных обеспечивать силовое замыкание их контактирующих поверхностей (например, болтовое соединение, клиновое, клепаное и др.);

- обеспечение неразъемности соединяемых элементов за счет изменения их агрегатного состояния в зоне контакта или введение в зону контакта дополнительного материала, обеспечивающего между

ними механическую связь (например, сварка трением, электросварка, пайка, склеивание);

– ограничение степени подвижности соединяемых элементов (вплоть до их неразъемности) за счет использования сил упругого взаимодействия между сопрягаемыми поверхностями элементов (например, соединений по переходным посадкам и с натягом).

Анализ существующих видов соединений показывает, что кроме двух соединяемых элементов (т.е. базового и присоединяемого) обязательно присутствует третий, который в этом случае проявляется в виде конструктивного изменения формы соединяемых элементов (т.е. ограничения их подвижности за счет наложения дополнительных связей), введения или образования третьего элемента при сборке, использования упругих свойств соединяемых элементов и др., что в итоге определяет наличие и изменение между ними кинематических и динамических взаимосвязей.

Итак, для образования всякого соединения из составляющих элементов требуется энергетическое взаимодействие между ними с учетом обеспечения его подвижности или неподвижности.

При этом обеспечение необходимых кинематических взаимосвязей между составляющими элементами при образовании соединения, следуя аксиоме о триединстве существования процессов или объектов, можно осуществить через их результирующее движение, которое геометрически складывается из главного движения и движения подачи задействованных здесь составляющих элементов.

В этом случае под главным движением будем понимать движение, обеспечивающее скорость энергетического воздействия какого-либо поля на участвующие элементы при образовании соединения, а под движением подачи – их возможные относительные перемещения между взаимодействующими (контактирующими) поверхностями и в них самих (деформации) при его воздействии в процессе формирования соединения.

Таким образом, исходя из аксиомы о триединстве существования процессов или объектов, каждый из составляющих элементов (т.е. базовый T_1 , присоединяемый T_2 и дополнительный третий элемент T_3) можно представить в виде отдельных треугольных графов с вершинами "1–2–3", "1–4–5" и "2–5–6", при объединении которых с их общими вершинами они образуют обобщенный граф

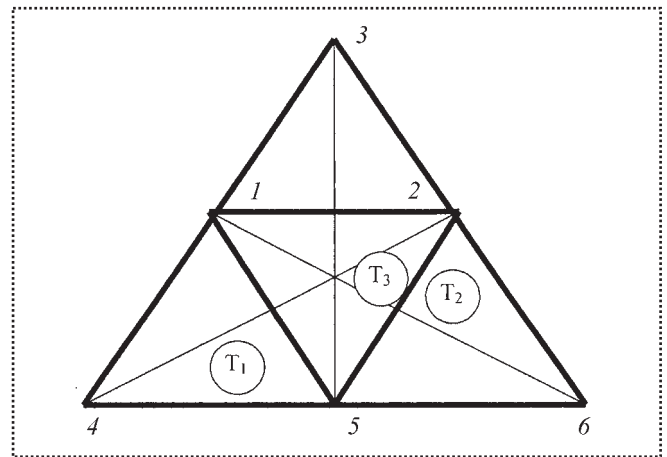


Рис. 3. Обобщенный граф кинематических взаимосвязей составляющих элементов при образовании соединений:

T_1 – базовый элемент; T_2 – присоединяемый элемент; T_3 – дополнительный элемент (или вид воздействующего энергетического поля, устройство), участвующий в образовании соединения; 1 – главное движение T_1 и T_3 ; 2 – движение подачи T_2 и T_3 ; 3 – результирующее движение T_1 и T_2 ; 4 – главное движение элемента T_1 ; 5 – движение подачи T_1 , главное движение T_2 и результирующее движение T_3 ; 6 – движение подачи T_2

(рис. 3), позволяющий выявлять возникающие кинематические взаимосвязи между ними.

Следовательно, с помощью обобщенного графа кинематических взаимодействий можно производить выявление и описание кинематических (а также динамических) взаимосвязей между составляющими элементами при образовании различного вида соединений.

Например, клепаное соединение получается в результате установки заклепки определенной длины (дополнительного элемента T_3) в совмещенные между собой отверстия двух деталей (элементов) – базовый (T_1) и присоединяемый (T_2). Пуансон (боек) устройства для клепки (главное движение вдоль оси T_3) воздействует с необходимой силой P на заклепку (T_3), которая пластически деформируется вдоль оси, раздается в диаметральном направлении (движение подачи T_3) и выбирает зазор между заклепкой и отверстиями соединяемых деталей.

Главное движение T_3 завершается силовым замыканием соединяемых деталей (T_1 , T_2) по сопрягаемым поверхностям от прилагаемой силы P и формированием головки заклепки (T_3) пуансоном устройства для клепки. При этом плоскость, в которой лежат векторы скоростей главного движения и движения подачи, обычно называют рабочей плоскостью. В данном случае рабочая плоскость будет



проходить через ось заклепки (T_3) перпендикулярно к поверхности сопрягаемых деталей (T_1 и T_2).

В другом случае неразъемное соединение, получаемое в посадках с натягом, образуют запрессовкой вала большего диаметра (T_2) в отверстие втулки меньшего диаметра (T_1). Упругопластическая деформация сопрягаемых деталей (T_1 и T_2) приводит к некоторому уменьшению исходного диаметра вала (T_2) и увеличению исходного диаметра отверстия втулки (T_1) сообразно их жесткости. Здесь главное движение совершается валом (T_2), а движение подачи определяется величинами их деформаций в направлении, перпендикулярном их осям. Во всех образуемых соединениях результирующее движение следует рассматривать как геометрическую сумму векторов главного движения и движения подачи элементов, образующих соединение.

Кроме этого, следует заметить, что если учитывать принцип относительности в движениях элементов при образовании соединений, то виды движений, указанные в вершинах обобщенного графа (см. рис. 3) "1" и "2", "4" и "6" могут меняться местами на "2" и "1", и "6" и "4" и, соответственно, будут меняться местами элементы: базовый (T_1) на базовый (T_2) и присоединяемый (T_2) на присоединяемый (T_1).

Однако процессы реализации кинематических и динамических взаимосвязей между составляющими элементами соединений, получаемых способами традиционной сборки и самосборки, существенно отличаются. Если при традиционной (экзогенной) сборке взаимосвязь между соединяемыми элементами осуществляется с участием субъекта (человека) (т.е. в искусственном процессе при экзогенной сборке), то при самосборке взаимосвязь между соединяемыми элементами происходит без участия субъекта (т.е. в естественном процессе при эндогенной сборке).

Сам же процесс самосборки (саморазборки) по существу является изначально первоосновой образования всех материальных тел различного уровня иерархии и охватывает все сферы неживой и живой природы. К этому, в первую очередь, можно отнести процессы, связанные с изменением агрегатного состояния вещества (т.е. конденсация, кристаллизация, сублимация и т.п.), химические реакции при образовании соединений, образование белков и др. При этом, чем меньше размер микротел при образовании соединений, тем в большей степени наблюдается общность в процессах их образования (самосборки).

Так, например, в работе [4] указывается, что "процесс самосборки, естественным образом протекающий во всех живых системах, имеет свой аналог в нанонауке. Здесь также используют самопроизвольную организацию малых молекул в большие, строго определенные, стабильные молекулярные комплексы или агрегаты и осаждение атомов или молекул на подложку с последующим самоупорядочением в наноструктуры".

Таким образом, приведенное системное описание взаимосвязей между традиционной сборкой и самосборкой позволяет заключить следующее:

- на базе принципа системности в материальном мире и человеческой деятельности сформулирована аксиома о триединстве существования объектов или процессов, в которой утверждается, что всякое третье есть результат соединения и взаимодействия двух системных противоположностей, образующее с ними триединство;
- самосборка (эндогенная сборка) является первоосновой образования всех материальных тел различного уровня иерархии, только за ней может следовать традиционная (экзогенная) сборка в искусственных процессах;
- третьим элементом, вытекающим из аксиомы о триединстве существования процессов, является "соединение", которое вместе с другими элементами образует треугольный граф взаимосвязи с вершинами "сборка", "самосборка" и "соединение";
- включение в треугольный граф с вершинами "сборка", "самосборка" и "соединение" составляющих элементов более низкого уровня иерархии позволило преобразовать его в обобщенный граф взаимосвязи различных видов сборок и самосборок;
- осуществление каждой традиционной сборки связано с тремя движениями (главное, подачи, результирующее), которые представлены в виде обобщенного графа кинематических взаимосвязей составляющих элементов при образовании соединений.

Список литературы

1. Могилевский В.Д. Методология систем: вербальный подход / Отд-ние экон. РАН; науч.-ред. совет изд-ва "Экономика". М.: ОАО "Издательство "Экономика". 1999. 251 с.
2. Клименко А.В. Основы естественного интеллекта. Рекуррентная теория самоорганизации. Версия 3. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1993. 304 с.
3. Григорьев В.С. Системные описания понятия сборки // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2006. № 10. С. 40–42.
4. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. Москва: Техносфера, 2005. 336 с.

Эффективность применения приспособлений

Разработаны критерии экономической эффективности той или иной сборки приспособления, отражающие следующие стадии технологической подготовки производства: проектирование, изготовление, сборка и анализ точности. Наиболее общим критерием при оценке сравнительной эффективности вариантов является минимум произведенных затрат.

Из теории производительности следует, что удельный вес затрат прошлого труда (овеществленный труд на создание оборудования и оснастки) непрерывно повышается, в то время как удельный вес затрат живого труда снижается при общем объеме уменьшения трудовых затрат на единицу продукции. Следовательно, совершенствование методов конструирования оснастки и в том числе приспособлений в целях повышения производительности обработки – закономерный и объективно необходимый процесс.

Производительность труда определяют:

$$A = \frac{Q_r N}{\Sigma T_I},$$

где Q_r – годовая производительность труда;

N – срок службы оборудования и приспособлений;

ΣT_I – суммарные трудовые затраты, необходимые для выпуска продукции.

Суммарные трудовые затраты составляют

$$\Sigma T_I = T_p + N(T_H + T_V),$$

где T_p – единовременные затраты прошлого труда (затраты труда на станки, сооружения и т.д.);

T_V – текущие затраты прошлого труда (материалы, оснастка, энергия и т.д.);

T_H – затраты живого труда при создании данной продукции.

Тогда производительность можно записать:

$$A = \frac{Q_r N}{T_p + N(T_H + T_V)}.$$

Обычно живой труд вводят как меру оценки прошлого труда:

$k = T_p/T_H$ – коэффициент технической вооруженности живого труда;

$m = T_p/T_V$ – коэффициент энергоматериалоёмкости и оснащённости труда.

С учетом этого

$$A = \frac{Q_r N}{T_H [k + N(m+1)]}.$$

В теории производительности основным показателем при сравнении двух вариантов 1 и 2 принят рост производительности труда:

$$\lambda = \frac{A_2}{A_1};$$

$$\lambda = \frac{Q_2 T_{H1} [k_1 + N(m_1 + 1)]}{Q_1 T_{H2} [k_2 + N(m_2 + 1)]}.$$

Введем обозначения:

$\varphi = Q_{r1}/Q_{r2}$ – коэффициент роста производительности оборудования;

$\varepsilon = T_{H1}/T_{H2}$ – коэффициент сокращения затрат живого труда;

$\sigma = T_{p1}/T_{p2}$ – коэффициент повышения роли прошлых затрат труда на оборудование;

$\delta = T_{v1}/T_{v2}$ – коэффициент повышения роли текущих затрат прошлого труда.

Тогда рост производительности труда через показатель базового (исходного) варианта составит

$$\lambda = \varphi \frac{k + N(m+1)}{k\sigma + N(m\delta\varphi + 1/\varepsilon)}.$$

Из последнего выражения вытекают основные способы повышения производительности труда:

1) уменьшение затрат живого труда путем сокращения числа рабочих, непосредственно занятых в производстве ($\varepsilon > 1$);

2) сокращение затрат прошлого труда путем снижения стоимости производства на единицу продукции ($\sigma < 1$);

3) сокращение затрат живого и прошлого труда путем сокращения трудовых затрат на единицу изделия ($\varphi > 1$);



4) путем сокращения текущих затрат за счет разработки новых технологических процессов и высокопроизводительной технологической оснастки ($\delta < 1$).

Таким образом, развивая и совершенствуя технологическую оснастку, можно сократить общие текущие затраты труда на единицу продукции и тем самым повысить производительность.

Годовую производительность Q_r труда рассматривают как зависящую от длительности $(t_p + t_x)$ рабочего цикла (где t_p – основное время; t_x – время холостых ходов), внецикловых потерь t_e на простой оборудования, смену и заточку $\sum C_i$ i -го инструмента, т.е.

$$Q_r = \frac{1}{(t_p + t_x) + (t_e + \sum C_i)} = \frac{1}{T},$$

где T – суммарное время на все перечисленные затраты.

Применением высокопроизводительных приспособлений удастся воздействовать на сокращение составляющих суммарного времени T . В соответствии с решаемой в настоящей работе задачей повышение динамических характеристик приспособления способствует улучшению динамики всей технологической системы, приводит к снижению рабочего времени. Кроме того, улучшение динамических характеристик процесса способствует уменьшению простоя оборудования и увеличению стойкости режущего инструмента.

Рассмотрим воздействие изменения конструкции приспособления по его динамическим характеристикам на машинное время t_m обработки, что связано с расширением возможностей оборудования и повышением режимных параметров. При этом будет повышаться технологическая производительность:

$$Q_T = 1/t_m.$$

Как уже указывалось, улучшение параметров приспособлений может сказаться на повышении общей технической производительности $Q_{\text{тех}}$, так как

$$Q_{\text{тех}} = Q_T \eta \eta_{\text{тех}},$$

где η – коэффициент производительности, учитывающий тепловые потери;

$\eta_{\text{тех}}$ – коэффициент, учитывающий внецикловые потери.

Важнейшим критерием выбора режимов обработки технологического процесса является качество продукции и высокая производительность.

Повышая режимные параметры, способствуем повышению производительности через безразмерный параметр x :

$$Q_T = Q_{T_0} x,$$

где Q_{T_0} – технологическая производительность при заданной скорости резания v_0 . После изменения скорости до $v_0 x$ производительность возрастает до Q_T . Величина может принимать максимально возможное предельное значение для данного процесса:

$$x_{\text{max}} = \frac{1}{\sqrt{Q_{T_0} (f-1) \sum C_i}},$$

где f – безразмерный показатель, определяющий стойкость используемого режущего инструмента;

$$C_i = \frac{t_i}{T_0};$$

T_0 – начальная стойкость инструмента;

t_i – время простоев за счет смены i -го инструмента.

Путем подбора соответствующего инструмента и его стойкости можно найти оптимальное значение коэффициента интенсификации режимов резания:

$$x_{\text{опт}} = \frac{x_{\text{max}}}{(\varphi_{\text{опт}} - 1)[Q_{T_0} (t_x + t_e) x_{\text{max}} + 3] + 1},$$

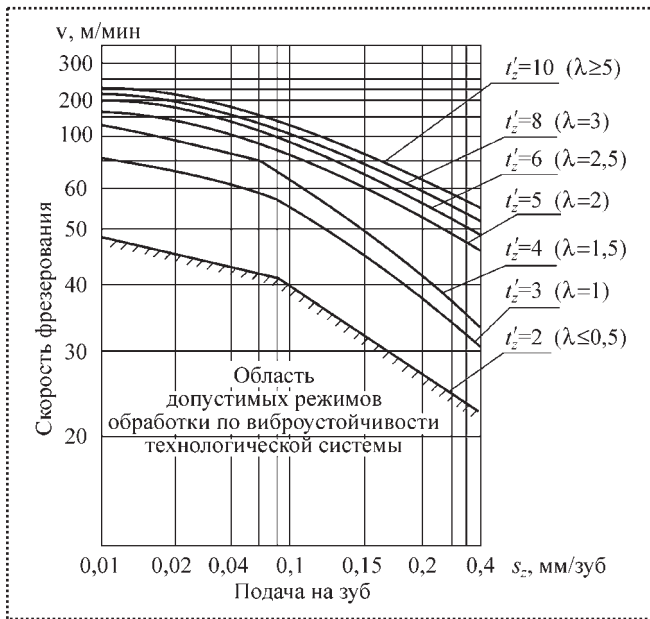
где $\varphi_{\text{опт}} = 1,03 \dots 1,2$ – коэффициент изменения производительности за счет качества инструмента. При повышении общей культуры производства и качества инструмента φ стремится к единице.

Значения $(t_x + t_e)$ приведены в справочниках. Так $(t_x + t_e) = 0,5$ мин для токарных станков; $(t_x + t_e) = 0,7 \dots 0,9$ мин для фрезерных станков. Таким образом, зная производительность Q_{T_0} и x_{max} , можно определить $x_{\text{опт}}$, которое позволяет определить по новым режимам обработки новую производительность.

Исследования воздействия приспособления на виброустойчивость технологической системы позволяют перейти на обработку при торцовом фрезеровании с глубиной на 30...40 % больше.

Выполненные нами практические эксперименты по выявлению влияния повышения динамических характеристик на предельные режимы обработки позволили построить обобщенную картину зависимости производительности обработки от параметров приспособления (см. рисунок).

Анализируя эти графики, можно сделать следующие выводы.



Зависимость производительности обработки от параметров приспособления:

t'_z – суммарная ширина срезаемого слоя; t – предельная глубина резания, ограниченная устойчивостью системы; z' – число одновременно режущих зубьев; λ – отношение жесткости приспособления к жесткости станка

1. С повышением жесткости приспособления и, главным образом, величины λ область допустимых режимов расширится.

2. Увеличение жесткости приспособления и повышение значения λ имеет рациональные границы. Так, при $\lambda = 10$ дальнейшее увеличение жесткости приспособления практически не оказывает положительного влияния на расширение границ области устойчивого фрезерования и это значение следует считать предельным.

Исследования повышения вибростойкости приспособлений и связанное с этим повышение режимов обработки позволяет внести специальный коэффициент γ в расчет оптимальной величины коэффициента $x_{\text{опт}}$ интенсивности.

Величина $\gamma = t_p/t_n$ связывает затраты основного времени t_p фрезерования по первому варианту и затраты t_n при использовании улучшенного в динамическом отношении приспособления по второму варианту.

Тогда

$$x_{\text{опт}} = x_{\text{опт}0} \gamma,$$

$$x_{\text{опт}0} = \frac{t_0/t_n}{(\varphi_{\text{опт}} - 1)[Q_{T0}(t_x + t_e)x_{\text{max}} + 3] + 1}.$$

Введение коэффициента γ позволяет выделить роль приспособления в общем балансе повышения производительности за счет интенсификации режимных параметров.

Пределы изменения коэффициента γ колеблются от 1 до 1,3. Большее значение соответствует расчетным фрезерным приспособлениям, обладающим высокой вибростойкостью и динамической жесткостью.

Выбор приспособлений на начальных стадиях технологической подготовки производства (ТПП) позволяет значительно повысить обоснованность планов работ по проектированию и изготовлению оснастки, на долю которой приходится до 90 % общей длительности цикла, до 80 % трудоемкости и до 85 % затрат (ТПП), сократить общие сроки ТПП, повысить эффективность как подготовки производства, так и выпуска изделий.

Наши рекомендации дают возможность осуществлять более дифференцированный выбор приспособлений (выбирать в пределах систем конкретные конструкции типовых компоновок приспособлений). Такой выбор рекомендовано осуществлять в два этапа.

На первом этапе подбирают типовые компоновки приспособлений, которые можно использовать при изготовлении деталей вновь осваиваемого изделия.

Поскольку сама оснастка отличается большим многообразием (одно и то же изделие можно изготовить с использованием оснащения различной степени специализации, механизации, используя различные конструктивные решения и т.д.), то *на втором этапе* из множества возможных вариантов оснащения операций выбирают наиболее экономичный для данных условий производства.

Важным вопросом при решении задачи второго этапа является выбор критерия экономической эффективности.

Этот критерий должен быть наиболее общим, отражающим все стадии процесса оснащения: проектирование, изготовление и использование оснастки, а также учитывающим основные показатели экономической эффективности. Таким наиболее общим критерием при оценке сравнительной эффективности вариантов объемов оснащения является минимум приведенных затрат.

Список литературы

1. **Станочные приспособления:** справочник. В 2-х т. / под ред. Б.М. Вардашкина и др. М.: Машиностроение, 1984. 656 с.
2. **Моисеева Н.К.** Выбор технических решений при создании новых изделий. М.: Машиностроение, 1990. 190 с.

А.Г. Андреев

Новости техники и технологии

Дана краткая характеристика новых изобретений зарубежных компаний в области сборочных технологий.

Английская фирма OC Robotics построила и испытала snake-arm robot – SAR (робот со змееподобной рукой), способный выполнять сборочные, зачистные, контрольные и другие операции внутри протяженных, узких, замкнутых полостей самолета при сборке. До сих пор такую работу внутри узких ребристых пространственных конструкций практически невозможно было автоматизировать.

Непохожий на стандартный робот SAR имеет длинную, плавно изгибающуюся "конечность", похожую на змею, которая может проникать в узкие замкнутые пространства – крылья, хвостовое оперение и т.п. через имеющиеся в них небольшие отверстия. Схват SAR приспособлен для присоединения различных инструментов, разработанных для роботов.

"Machine Designe", США, 8 февраля 2007 г.

Механические ограничители момента широко используют для предохранения машин и инструмента от поломок. Для защиты механизмов от внезапных перегрузок обычно ставят шариковые, кулачковые и другие предохранительные муфты. Но они, как правило, выдерживают не более 1000 – 2000 срабатываний, после чего нуждаются в замене, что удорожает производство.

Фирма R+W America разработала принципиально новую конструкцию предохранительной муфты – ESL. Эта муфта выполнена так, что при ее срабатывании отсутствует жесткий удар, а энергия срабатывания перераспределяется и поглощается всей конструкцией муфты, а не только контактирующими частями, что значительно увеличивает ее долговечность. Конструкция муфты рассчитана на перегрузки по моменту от 0,1 до 1000 Н·м, для валов с диаметрами 3...70 мм.

"Machine Designe", США, 8 февраля 2007 г.

Немецкая фирма Blue Tiger Engineering GmbH выпускает серию электромеханических линейных

приводов (электроцилиндров), включающую 18 типоразмеров с развиваемой силой 5...500 кН.

Приводы имеют ход до 1200 мм и максимальную скорость 1500 мм/с. Эти параметры обеспечивают встроенным планетарным редуктором, но возможны исполнения с угловым редуктором или приводом с зубчатым ремнем. В отличие от гидро- или пневмоцилиндров данный привод расходует энергию только во время выполнения хода и не нуждается в ней во время остановки. В приводе использован синхронный электродвигатель со встроенным резольвером и тормозом.

"Machine Designe", США, 22 марта 2007 г.

Фирма Steimeyer Inc. (США) выпускает миниатюрные столы для точного позиционирования одно-, двух- и трехосевого перемещения. Стандартный стол при ходе 25,5 мм имеет точность позиционирования 3 и 1 мкм. Перемещение осуществляют высокоточной предварительно напряженной винтовой парой от электродвигателя постоянного тока со встроенным датчиком.

Одноосевой стол при весе 0,5 кг рассчитан на нагрузку до 20 Н, при которой точность позиционирования составляет 5 мкм, а повторяемость – 1 мкм. Конструкция стола выполнена в основном из анодированного алюминия, включая предварительно напряженные направляющие для точного перемещения.

"Machine Designe", США, 22 марта 2007 г.

В Национальном институте стандартизации и технологии США (National Institute of Standards and Technology – NIST) ведутся работы по созданию и моделированию алгоритмов (программ), помогающих промышленным роботам-тележкам с вилочным подъемником определять местонахождение и ориентацию транспортных палет в целях автоматизации их загрузки и разгрузки. Два сканирующих в одном направлении ладара (ladar), установленных на робототележке, позволяют обнаруживать препятствия в зоне работы и местонахождение палеты.

Ladar – лазерный детектор и измеритель расстояния, определяет положение и расстояние до палеты. Сенсоры, расположенные на автоматиче-



ски перемещающихся роботах-тележках (automatic guided vehicle – AGV) определяют помехи на траектории предполагаемого перемещения, такие как люди или предметы. Они также сканируют пространство как на самой тележке, так и на палете и определяют расстояние между вилами подъемника тележки и палетой.

Еще один сканирующий датчик – Panner, расположен наверху AGV и вращается на угол 360°. Он сканирует обстановку трехмерного пространства. При этом AGV получает компьютерную модель обстановки в реальном масштабе времени. Это позволяет, маневрируя тележкой и вилами ее подъемника, загружать и разгружать палеты, постоянно контролируя окружающее пространство.

AGV производит фирма Transbotics, спонсирующая разработку software и планирующая использование этой технологии в реальных производственных условиях.

"Machine Designe", США, 22 марта 2007 г.

Фирма Kistler Instrument Corp. (США) разработала измеритель момента для вращающихся деталей, использующий для этого возникающие в них под нагрузкой деформации. Генерирующий сигнал о деформации ротор монтируют на вращающейся детали. Неподвижная часть прибора (кольцевой статор) охватывает ротор, но не имеет с ним механического контакта. Сигнал в аналоговом или цифровом виде передается на статор бесконтактно. Прибор позволяет измерять момент в диапазоне 200...5000 Н·м и частоту вращения до 15000 об/мин. Точность измерения составляет 0,1 %, но может быть повышена до 0,05 %.

"Machine Designe", США, 8 марта 2007 г.

Botex Inc. (США) разработала новую конструкцию болта, который она назвала Symmetry Bolt. Нитка резьбы болта выполнена так, что на ней образованы одновременно и правая и левая резьбы. Это делает резьбовое соединение нечувствительным к вибрации. Основное соединение затягивают правосторонней гайкой, а контргайка имеет левую резьбу.

Обе гайки замыкают друг друга и противостоят противоположным силам, возникающим при вибрации конструкции. При испытании болтового соединения вибрацией с частотой 1780 Гц в течение 17 мин не было отмечено ослабления момента за-

тяжки. Размеры резьб болтов, выпускаемых фирмой М8...М24.

"Machine Designe", США, 26 апреля 2007 г.

Инженеры фирм Festo Corp. (США) и Astyx GmbH. (Германия) впервые в мире использовали новую сенсорную технологию для измерения положения штоков длинноходовых пневматических и гидравлических цилиндров. Эти сенсоры могут быть использованы при автоматизации производственных процессов. Традиционные датчики перемещения требуют дополнительных работ и места для установки на цилиндры, становятся громоздкими при большом ходе штока.

Микроволновые сенсоры, примененные разработчиками, являются лучшей альтернативой. Их встраивают в крышку цилиндра для определения положения поршня и скорости его перемещения. Система работает на микроволнах с частотой 1...24 ГГц, которые обычно используют в телекоммуникационной и автомобильной промышленности.

Антенна на задней крышке цилиндра излучает электромагнитные волны вдоль полости цилиндра, который действует как полый кондуктор. Поршень отражает волны и антенна приемника принимает отраженный сигнал. Электронный блок сравнивает посланный и отраженный сигналы и определяет положение и скорость поршня в любой момент времени.

Достигнутая точность измерения положения поршня составляет около 0,1 мм. Сенсоры расположены внутри цилиндра и защищены от повреждений и загрязнений. Они не имеют движущихся частей и поэтому не подвержены ударам. Конструкторы получают большую свободу размещения сенсоров.

Микроволновые сенсоры способны заменить потенциометрические, индуктивные, магнитострикционные и другие типы датчиков. Они защищены от воздействий сильных магнитных и электрических полей, не боятся вибраций, тепловых воздействий и т.п. Их использование будет очень выгодным для цилиндров с большим ходом. А цена, по мнению экспертов, не будет превышать цены других типов датчиков.

"Machine Designe", USA, 7 июня 2007 г.

Фирма Orbtform Group. (США) разработала и выпустила станок для орбитальной клепки с ходом



рабочего инструмента 1,52...44,45 мм и точностью рабочего хода 0,03 мм. Стандартный ход клепальной головки 152,4 мм, максимальная развиваемая сила 9500 Н. Станок имеет программируемые цикл клепки и силы формирования головки заклепки.

"Machine Design", США, 7 июня 2007 г.

Stanley Assembly Technologies (США) выпустила ручной электрический гайковерт серии EA, имеющий небольшую массу и встроенное табло, показывающее момент затяжки резьбового соединения. Гайковерт рассчитан на затяжку соединений с моментом 2...12 Н·м. В качестве привода использован компактный бесщеточный электродвигатель, размещенный в удобной эргономической рукоятке.

"Machine Design", США, 7 июня 2007 г.

Фирма Pivot Point Inc. (США) выпускает так называемые Slic Pin (Self Jocking Implanted Cotter) – быстросамымающиеся пальцы (ось с головкой). Палец на конце, противоположном головке, имеет подпружиненную клинообразную собачку, которая утапливается в отверстие при вводе пальца. Когда палец вставлен, пружина выталкивает собачку и, таким образом, фиксирует палец в отверстии.

Многофункциональная Slic Pin – хорошая альтернатива пальцам и осям со шплинтами, пружинными кольцами и другими подобными крепежными элементами. Она просто устанавливается, надежна в эксплуатации, легко демонтируется при разборке механизма и может быть использована повторно.

"Machine Design", США, 23 августа 2007 г.

Bosch Rexroth Corp. совместно с фирмой Tecnotion (США) разработали для фирмы ОТВ Group (Нидерланды), производящей солнечные батареи, специальную транспортную систему, позволяющую производить технологические опера-

ции, в том числе сборочные, в "чистой комнате" (clean room) или в вакуумной среде.

Элементы солнечных батарей (solar-cell) изготавливают в высоковакуумной среде, в которой высокоточные детали постоянно перемещаются. При этом транспортная система должна обеспечивать высокую точность для выполнения точных сборочных или других технологических операций. В новой транспортной системе Linear Motion Sistem (LMS) используют линейные электродвигатели, расположенные вне вакуумной зоны.

В вакуумной среде находятся только движущиеся части транспортной системы – палеты (спутники) с изделиями. Каждая палета имеет снизу магнитную плиту и перемещается по направляющим, вдоль которых (но вне вакуумной зоны) расположены катушки линейного двигателя и датчики, контролирующие положение каждой палеты и обеспечивающие зазор между ними.

Таким образом, палеты, перемещающиеся внутри вакуумной зоны, не имеют никакой механической связи с внешней средой, где расположен статор линейного двигателя. И перемещаются, и останавливаются они только электромагнитным полем.

Такой транспорт может быть использован на производственных линиях по изготовлению дисплеев, солнечных батарей, оптических приборов, т. е. там, где процессы должны происходить в вакууме, чистой комнате, антисептической среде или в среде инертных газов.

Разработанная система рассчитана на работу в вакууме до 10^{-7} мбар и температуре до 110 °С и имеет степень электрозащиты – IP 62. Скорость перемещения палет до 5 м/с при силе перемещения до 100 Н. Датчики Холла, встроенные в линейный электродвигатель, обеспечивают точность остановки палет 0,2 мм. Общее управление системой осуществляет промышленный контроллер NYCe 4000.

"Machine Design", США, 23 августа 2007 г.

Книги издательства "Машиностроение"

Сулов А.Г. Технология машиностроения: Учебник. 2-е изд., испр. и доп. – 416 с.

Изложены основы и специальная часть технологии машиностроения. Основное внимание уделено обеспечению и повышению качества изделий машиностроения, снижению технологической себестоимости их изготовления, методологии разработки технологических процессов, технологии изготовления и сборки типовых деталей и соединений, оформлению технологической документации.

Гриф Минобрнауки.

Цена с НДС 440 руб.

Телефоны: (495) 269-66-00, 269-52-98. Факс (495) 269-48-97 (круглосуточно)
<http://www.mashin.ru>. E-mail: realiz@mashin.ru



Требования к авторам

Статьи в журнале публикуются бесплатно. Все статьи проходят рецензирование ведущими учеными России.

Наш журнал входит в перечень изданий, утвержденных ВАК РФ для публикации трудов соискателей научных степеней.

Объем статьи, предлагаемой к публикации, не должен превышать 15 страниц машинописного текста, напечатанного на белой бумаге формата А4 на одной стороне листа через два интервала.

В редакцию предоставляются в двух экземплярах:

- Текст статьи, подписанный всеми авторами, с указанием даты представления.
- Иллюстрации, подписанные на обороте карандашом, с указанием номера иллюстрации и названия статьи.
- Перечень подрисовочных подписей на отдельной странице.
- **Аннотация (5–10 строк) – на русском и английском языках.**
- **Ключевые слова – на русском и английском языках.**
- **Фамилия, инициалы авторов и название статьи на английском языке.**
- Сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, ученая степень, место работы, занимаемая должность, домашний и служебный адреса и телефоны, факс и e-mail, а также паспортные данные, ИНН, ГПС).

Статьи, набранные на компьютере, желательно представлять как в виде распечатки на принтере, так и в файловом виде на дискетах 3,5", по e-mail. Текст в формате Microsoft Word (Times New Roman, 12 шрифт, два интервала), иллюстрации в виде отдельных файлов – TIFF, BMP, JPEG, CDR с максимально возможным разрешением. В статье рекомендуется указать поставленную цель, задачи, пути их решения и сделать соответствующие выводы. Если предложенная методика, разработка и т.д. имеют практическую ценность, очень желательно это подчеркнуть в статье.

Формулы, буквенные обозначения, цифры, знаки и их расположение должны быть четкими и различными. Сходные по начертанию буквы (прописные и строчные, латинского и греческого алфавитов) следует пояснить на полях простым карандашом.

Иллюстрации выполняются с учетом последующего воспроизведения их средствами оперативной полиграфии (с использованием сканера): штриховые (чертежи, схемы, графики, рисунки) – четкое, контрастное изображение на плотной белой бумаге; тоновые (фотографии) – на матовой бумаге с высокой контрастностью.

Список литературы составляется по алфавиту в тексте и оформляется следующим образом: для книги сборников – фамилии и инициалы авторов, полное название книги (сборника), город, издательство, год, желательно общее число страниц; для журнальных статей – фамилии и инициалы авторов, полное название статьи, название журнала, год, номер журнала, номер страницы. Если число авторов более четырех, то необходимо указывать первых трех со словами "и др.". Ссылки на иностранную литературу следует писать на языке оригинала без сокращений.

Материалы, присланные в редакцию, обратно не высылаются.

Ордена Трудового Красного Знамени ОАО "Издательство "Машиностроение", 107076, Москва, Стромьинский пер., 4
Учредитель ООО "Издательство Машиностроение".

Адрес электронной почты издательства: **E-mail: mashpubl@mashin.ru**; редакции журнала: **sborka@mashin.ru; www.mashin.ru**

Телефон редакции журнала: (495) 268-38-42; тел./факс (495) 268-85-26; факс 269-48-97.

Технический редактор *Тунталов С.Ю.* Корректоры *Сажина Л.И., Солюшкина Л.Е.*

Сдано в набор 05.05.08 г. Подписано в печать 27.06.08 г. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 6,86. Уч.-изд. л. 7,23. Заказ 675. Свободная цена.

Оригинал-макет и электронная версия подготовлены в ОАО "Издательство "Машиностроение".

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика", 142110, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, д. 15.