

4. РАЗРАБОТКА ТП ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Разработка ТП восстановления производится по алгоритму, представленному на *рис.7*. Первый этап – описание восстанавливаемой детали и кодирования дефектов ее поверхностей. Затем выбираются доступные способы устранения дефектов (по технологическому критерию). Пользователь в интерактивном режиме подбирает рациональный способ для каждого дефекта.

Далее формируются технологические операции восстановления по признаку принадлежности операции к способу устранения дефекта и определяется их последовательность. Затем описываются переходы – пользователь указывает тексты, материалы, приспособления и режимы обработки.

При необходимости к операции подключаются эскизы, вводятся данные для формирования карты технологического контроля, создаются комментарии (произвольный текст), на основе чего можно формировать маршрутную и маршрутно-операционную карту, задается информация о применимости каждой операции в различных типах технологических карт.

После этого запускается процедура автоматического формирования комплекта технологической документации в формате MS EXCEL.

6. Интеграция базы данных в систему «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ»

Создание базы данных начиналось с определения функции системы, выявления сущностей и установления связи между ними. Затем создавалась функциональная диаграмма «сущность-связь», которая впоследствии была нормализована до третьей нормальной формы для повышения производительности и устранения избыточности.

Для интеграции базы в КОМПАС-Автопроект были изменены системные файлы конфигурации и добавлены составляющие приложения. На основании ER-диаграммы «сущность-связь» представленной на *рис. 8*, средствами пакета Egwin были сгенерированы таблицы формата dbf, подключаемые к новой подсистеме «Ремонт». Затем был настроен интерфейс системы. На заключительной стадии интеграции были написаны программы на языке SQL, встраивающие подсистему в «КОМПАС-Автопроект».

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданная база данных, интегрированная в «КОМПАС-Автопроект», позволяет комплексно решать задачи формирования ТП ремонта и восстановления деталей машин, повысить качество проектов, сократить трудоемкость и сроки ТПП, организовать машинный архив проектной документации и безбумажный документооборот в сети ЭВМ, осуществлять интеграцию с системами конструкторской подготовки производства и управления предприятием.

Литература

1. Надежность и ремонт машин / Под ред. В.В. Курчаткина – М.: Колос, 2000. – 775 с.
2. Ремонт машин / Под ред. Н.Ф. Тельнова– М.: Агропромиздат, 1992. – 560 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1, Т2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова - М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
4. Батищев А. Н., Голубев И. Г., Лялякин В. П. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. – М.: Информ-агротех, 1995. – 296 с.
5. Молодых Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник. – М.
6. Калянов Г.Н. CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение). М., «Лори», 1996.
7. Горин С.В., Тандоев А.Ю. Применение CASE-средства Egwin 2.0 для информационного моделирования в системах обработки данных. «СУБД», 1995, №3.

©ПГУ

ТЕХНОЛОГИЯ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДЫХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Н. Л. ГРЕЦКИЙ, А. А. ЛЫСОВ, М. Л. ХЕЙФЕЦ

The dynamic model spindle node of the hand drill and drilling installation with a timbered ring diamond drill surveyed. Own frequencies and forms of oscillations spindle node are determined at wimbling concrete designs on the basis of which rational regimes of machining of firm nonmetallic materials at which durability of the tool and quality of the processed surface increase are received

Ключевые слова: алмазное кольцевое сверло, жесткость и виброустойчивость

Для разнообразных условий получения отверстий в твердых неметаллических материалах используют сверла различной конструкции, инструментальные материалы с различной концентрацией алмазов. Обычно применяют трубчатые и кольцевые сверла, так как их конструкции характеризуются малыми усилиями сверления и образуют минимальное число сколов на выходе сверла [1; 5]. Конструктивной особенностью алмазных кольцевых сверл является превышение толщины алмазоносного слоя над толщиной корпуса в пределах 0,2–1,0 мм [4]. Образующийся при сверлении зазор между корпу-

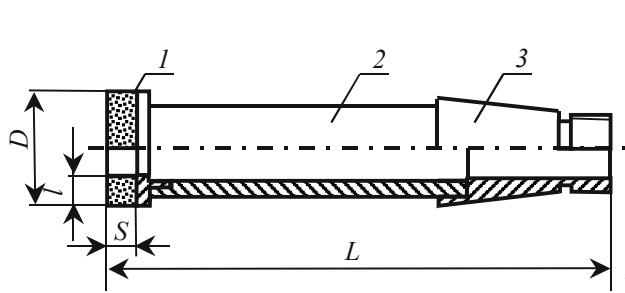


Рис. 1. Алмазное кольцевое сверло:
1 – алмазосодержащая часть; 2 – корпус;
3 – хвостовик, D – диаметр сверла; L – длина сверла;
 i и S – толщина и высота
алмазосодержащего слоя соответственно

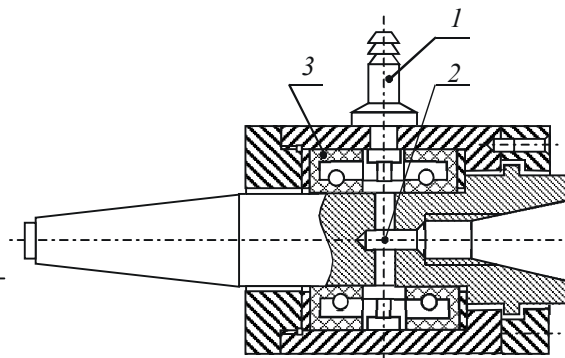


Рис. 2. Оправка для крепления алмазного сверла в шпинделе станка: 1 – штуцер; 2 – полость; 3 – манжета
неметаллических материалов является охлаждение зоны резания

сом сверла и стенками отверстия обеспечивает удаление шлама смазочно-охлаждающей жидкостью, подаваемой через внутреннюю полость сверла [8]. Для изготовления этих инструментов применяют абразивные зерна естественного или искусственного происхождения, которые обладают широким диапазоном твердости и способностью резания (царапания) на металлических связках, поскольку износ алмазных инструментов на металлических связках происходит медленнее, чем на других связующих, так как она обладает высокой износостойкостью, водостойкостью, температурной и химической стойкостью, плотной структурой [2; 11].

Наиболее эффективным устройством для получения режущих элементов кольцевой формы является устройство с вертикальной схемой центробежной пропитки свободно засыпанного алмазного сырья расплавом металла-связки и дополнительным вибровоздействием. При этом получение алмазосодержащего материала в режиме центробежного формования и пропитки позволяет за счет сохранения исходных свойств алмазного порошка и максимального количества алмазов в объеме заготовки обеспечить высокие эксплуатационные свойства инструмента [3; 6; 10].

Для обработки бетона разработана оптимальная конструкция кольцевого алмазного сверла (см. рисунок 1) и конструкция оправки (см. рисунок 2). Наличие конусной части и резьбы на хвостовике обеспечивает точную посадку и надежное крепление сверла в оправке станка [1]. Обязательным условием для эффективного сверления твердых неметаллических материалов является охлаждение зоны резания.

С этой целью в оправках для крепления сверл (см. рисунок 2) предусмотрены соответствующие каналы, через которые СОЖ подается в полый корпус сверла под определенным давлением. Обычно продольное перемещение алмазного кольцевого сверла при получении отверстий в твердых неметаллических материалах осуществляется ручной подачей (см. рисунок 3, а). В результате чего сила и скорость продольного перемещения сверла не зависит от неоднородности обрабатываемого материала,

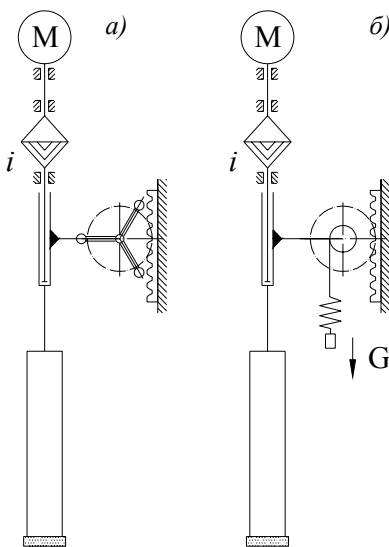


Рис. 3. Кинематические схемы установок для сверления твердых неметаллических материалов: с ручной подачей (а), с гравитационной подачей (б)

что приводит к снижению стойкости инструмента из-за интенсивного разрушения режущей части сверла. Этот недостаток можно устранить, используя установку с гравитационной подачей (см. рисунок 3, б), которая позволит сверлить отверстия с подачей в зависимости от неоднородности обрабатываемого материала.

В процессе сверления шпиндель установки приводится во вращение от электродвигателя. Вместе с вращением шпинделю передаются некомпенсированные колебания, биение инструмента, вибрация и другие возмущения. При совпадении собственной частоты шпинделя с закрепленным инструментом и частоты внешних возмущений в колебательном контуре технологической системы создаются условия для поддержания колебаний на резонансном уровне [7; 9]. Изучение закономерностей собственных колебаний шпинделя и инструмента, их форм и частот позволяет дать рекомендации по обработке твердых неметаллических материалов, которые позволят повысить качество и производительность алмазно-абразивной обработки и снизить интенсивность износа алмазных кольцевых сверл.

Решение поставленной задачи рассмотрим на примере динамической модели шпиндельного узла с кольцевым сверлильным инструментом, расчетная схема которой (см. рисунок 4) представляет собой консольную балку на двух радиальных опорах в точках A, B и осевой опоре в точке C . На консоли в точке O закреплен инструмент радиусом R . Длина консоли $l_1 = |OA|$. Длина пролета между опорами A и B $l_2 = |AB|$. Диаметр консольной части d_1 , пролета d_2 , плотность материала шпинделя ρ' .

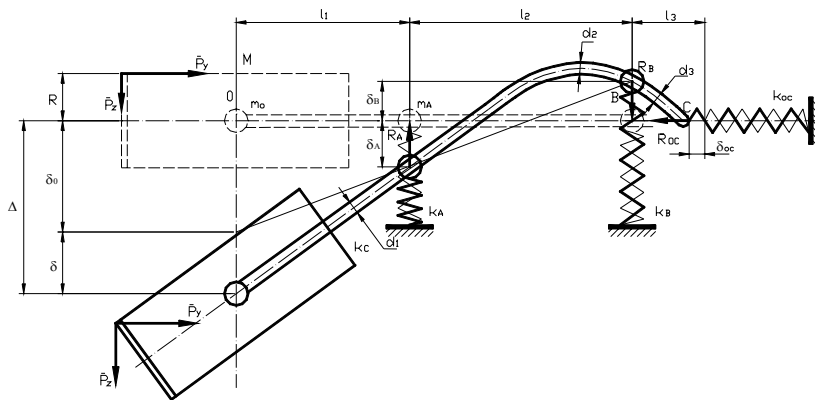


Рис. 4. Расчетная схема колебаний в динамической модели шпиндельного узла с инструментом

К инструменту приложены главная P_z и отжимающая P_y , составляющие силы резания. Колебательные движения шпиндельного узла описываются в обобщенных координатах δ_i ; перемещениями: δ – относительно точки O , δ_A – относительно точки A , δ_B – относительно точки B , δ_{OC} – относительно точки C ; для сосредоточенных масс m_i : M – инструмента, приведенного к точке O ; $m_o = \pi\rho' d_1^2 l_1 / 8$ – части консоли, приведенной к точке O ; $m_A = \pi\rho' (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2) / 8$ – частей консоли и пролета, приведенных к точке A ; $m_B = \pi\rho' d_2^2 l_2 / 8$ – части пролета, приведенной к точке B .

Реакции упругодеформированных опор (см. рисунок 4) представим зависимостями для опоры в точке A : $R_A = P_z(1 + l_1/l_2) - P_y R/l_2$, для опоры в точке B : $R_B = P_z l_1/l_2 - P_y R/l_2$, для осевой опоры в точке C : $R_{OC} = P_y$.

Математическое описание динамической модели шпиндельного узла с инструментом представим системой дифференциальных уравнений Лагранжа второго рода для обобщенных координат δ_i

$$\frac{d}{d\tau} \left(\frac{\partial K}{\partial \dot{\delta}_i} \right) - \frac{\partial K}{\partial \delta_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial \delta_i} = 0,$$

где τ – текущее время; K – кинетическая, Π – потенциальная энергия системы.

Опишем потенциальную и кинетическую энергии системы матрицами жесткости и масс для квадратичных форм обобщенных координат δ_i и скоростей $\dot{\delta}_i$ с постоянными коэффициентами.

Для определения формы и частоты собственных свободных колебаний инструмента и шпинделя нужно найти собственные числа и собственные векторы матрицы $K^{-1}\Pi$.

Собственные частоты ω_i радиальных колебаний инструмента и шпинделя инструмента определяются через собственные числа λ_i матрицы $K^{-1}\Pi$: $\omega_i = \sqrt{\lambda_i}$.

На основе экспериментальных данных применительно к динамической модели были проведены расчеты для разных типоразмеров инструментов, закрепленных на шпинделях специальных установок и для различных режимов обработки отверстий.

В таблице 1 представлены исходные данные, описывающие типоразмеры инструмента R, M и шпинделя l_1, l_2, d_1, d_2 , распределение нагрузок P_z, P_y и расчетные значения собственных частот $\omega_1, \omega_2, \omega_3$.

Экспериментальные данные по

Таблица 1. Расчет параметров шпиндельных узлов с инструментами при сверлении

Размеры, коэффициенты, параметры, значения	Конструкции шпиндельных узлов с кольцевым инструментом при различных нагрузках			
	I	II	III	IV
R , м	0,04	0,04	0,05	0,05
M , кг	1,5	1,5	2,0	2,0
P_z , Н	60	100	60	100
P_y , Н	300	500	300	500
l_1 , м	0,20	0,20	0,30	0,30
l_2 , м	0,080	0,080	0,010	0,010
d_1 , м	0,020	0,020	0,025	0,025
d_2 , м	0,015	0,015	0,020	0,020
ω_1	36	60	55	96
ω_2	47	79	44	73
ω_3	220	367	225	344

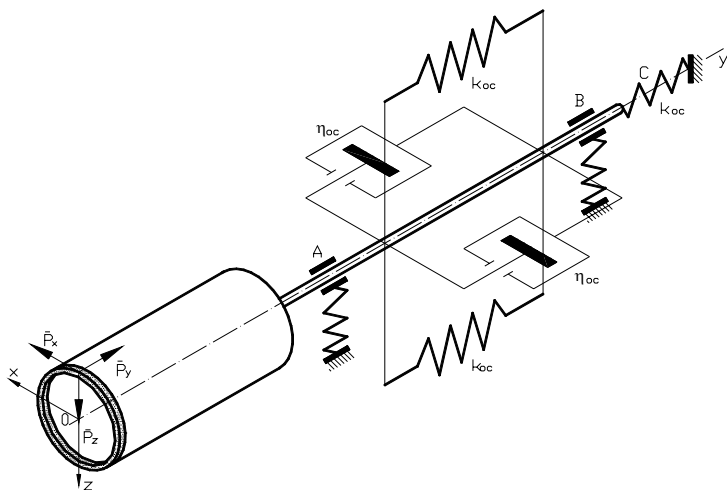


Рис. 5. Расчетная схема осевых колебаний динамической модели алмазного кольцевого сверла в шпиндельном узле

возбуждению колебаний шпиндельного узла при алмазном шлифовании близки к расчетным соотношениям *таблицы 1*.

В *таблице 2* представлены формы собственных радиальных колебаний шпиндельного узла с инструментом, соответствующие расчетным значениям частот собственных колебаний ω_1 , ω_2 , ω_3 .

Для определения закономерностей колебаний шпинделя с инструментом необходимо иметь амплитуды колебаний, которые находятся при заданных начальных условиях для обобщенных координат $\delta(0)$, $\delta_A(0)$, $\delta_B(0)$ или скоростей $\dot{\delta}(0)$, $\dot{\delta}_A(0)$, $\dot{\delta}_B(0)$.

На осевое демпфирование, а значит, на радиальные и осевые колебания ин-

струмента, значительное влияние оказывает взаимодействие рабочей поверхности инструмента с обрабатываемым материалом, т. е. процесс стружкообразования.

Используя основные характеристики системы (жесткость, демпфирование, инертность) и выяснив их влияние на радиальные колебания шпинделя инструмента, можно дополнить модель радиальных колебаний (см. *рисунок 4*) взаимозависимой с нею моделью осевых колебаний (см. *рисунок 5*), в которой Σm_i масса системы, $k_{ос}$ – коэффициент осевой жесткости, $\eta_{ос}$ – коэффициент осевого демпфирования.

Таблица 2. Формы колебаний и соотношения коэффициентов жесткости кольцевого сверла и опор шпинделя для различных собственных частот колебаний узла по вариантам I–IV

	$\omega = 36$ Гц	$\omega = 47$ Гц	$\omega = 220$ Гц
I			
	$\omega = 60$ Гц	$\omega = 79$ Гц	$\omega = 367$ Гц
II			
	$\omega = 44$ Гц	$\omega = 55$ Гц	$\omega = 225$ Гц
III			
	$\omega = 73$ Гц	$\omega = 92$ Гц	$\omega = 344$ Гц
IV			

Независимость соотношения частот радиальных и осевых колебаний, а также независимость их форм в комплексной модели и взаимозависимость амплитуд радиальных и осевых колебаний необходимо учитывать при проектировании инструментов.

В результате моделирование собственных колебаний шпиндельного узла установки с закрепленным кольцевым алмазным сверлом позволяет разрабатывать виброустойчивые конструкции и рекомендации по эффективным режимам обработки бетона, железобетона и каменных конструкций.

Таким образом, рассмотренная динамическая модель шпиндельного узла с закрепленным кольцевым алмазным сверлом позволила определить собственные частоты и формы колебаний шпинделя с инструментом при обработке бетона, на основании которых показано:

- формы собственных радиальных и осевых колебаний связаны слабо и определяются частотами колебаний шпинделя с инструментом; амплитуды радиальных и осевых колебаний сильно взаимосвязаны и определяются жесткостью контакта элементов технологической системы;
- с увеличением типоразмера алмазного сверла рациональная частота вращения шпинделя снижается незначительно, а с увеличением осевой подачи рекомендуемая частота вращения шпинделя существенно возрастает.

Изучив динамическую модель шпиндельного узла с инструментом можно предложить на основании расчетов (см. *таблицы 1 и 2*) рациональные режимы обработки твердых неметаллических материалов для часто используемых в строительстве диаметров сверл (см. *рисунок 1*). Для диаметра сверла 80 мм частоты вращения шпинделя лежат в пределах 40...50 и 65...80 об/мин, а для сверла диаметром 100 мм – в пределах 45...55 и 75...90 об/мин (*таблица 3*), так как они определяются жесткостью технологической системы, которая зависит от осевой подачи инструмента.

Таблица 3. Типоразмеры и режимы эксплуатации кольцевых алмазных сверл

Диаметр сверла D , мм.	Длина сверла L , мм.	Толщина режущего слоя l , мм.	Высота режущего слоя S , мм.	Частота вращения шпинделя n , об/сек при подаче	
				гравитационная	вынужденная
80	400	4	4	40...50	65...80
100	500	4	4	45...55	75...90

Литература

1. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник. / Под ред. *А. Н. Резникова*. -М.: Машиностроение, 1977.–384 с.
2. *Арцивиович Г. В.* Механические основы создания породоразрушающего бурового инструмента. – Новосибирск: Наука, 1958. 268 с.
3. *Аршиков А. С., Лысов А. А.* Алмазно-абразивная шлифовка // В кн.: Интеллектуальное производство: состояние и перспективы развития / Под общ. ред. М.Л. Хейфеца и Б.П. Чемисова. – Новополюк: ПГУ, 2002.– С. 147–155.
4. *Бакуль В. Н., Никитин Ю. И., Верник Е. Б.* Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента. – М.: Машиностроение, 1975. 296 с.
5. *Бюттнер А.* Создание инструментов для обработки камня // Труды международного симпозиума по обработке каменных пород, 8–9 июня 1976. – Киев: ИСМ АН УССР, 1976. 15 с.
6. *Грецкий Н. Л.* Технология и оборудование для изготовления режущего слоя алмазных кольцевых сверл для сверления твердых неметаллических материалов // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. Прикладные науки. 2004. Выпуск 3.–С. 57–61.
7. *Жарков И. Г.* Вибрации при обработке лезвийным инструментом. – М.: Машиностроение, 1986. – 184 с.
8. *Захаренко И. П.* Алмазные инструменты и процессы обработки. – К.: Техника, 1980. - 215 с.
9. Обработка износостойких покрытий / *Кожуро Л. М., Мрочек Ж. А., Хейфец М. Л.*, и др. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 208 с.
10. Пат. № 635 на полезную модель «Устройство для изготовления абразивного инструмента» / *А. А. Лысов, А. А. Аршиков, М. Е. Кузнецов*. 18.12.2001.
11. Синтетические сверхтвердые материалы: В 3-х т. Т. 3. Применение синтетических сверхтвердых материалов / Редкол.: *Новиков Н. В.* (отв. ред.) и др. – Киев: Наук, думка, 1986.–280с.

©ГТТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАЛОТЕПЛОПРОВОДНЫХ ПОРИСТЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ КИПЕНИИ ЖИДКОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ СВОБОДНОГО ДВИЖЕНИЯ

Д. А. ГУРИКОВ, А. В. ОВСЯННИК

The results of experimental research of the influence of pressure and porous cover parameters on the heat exchange at propane boiling on the samples with capillary-porous structure in the diapason heat flows $q=100 - 65000 \text{ W/m}^2$ and saturation pressure $p = 0,48-1,08 \text{ МПа}$ ($T_s=0 - 30^\circ\text{C}$) are given in this work

Ключевые слова: малотеплопроводные пористые покрытия, теплоотдача

В теплообменных аппаратах, применяемых в энергетике, химической промышленности, холодильной технике, широко используются фазовые переходы жидкость-пар. Создание эффективных,