

[illegible]

**IX MEZINÁRODNÍ VĚDECKO - PRAKTICKÁ
KONFERENCE**

«EFEKTIVNÍ NÁSTROJE MODERNÍCH VĚD – 2013»

27 dubna - 05 května 2013 roku

Díl 43

Technické vědy

Praha
Publishing House «Education and Science» s.r.o.
2013

Vydáno Publishing House «Education and Science»,
Frýdlanská 15/1314, Praha 8
Spolu s DSP SHID, Berdianskaja 61 B, Dnepropetrovsk

**Materiály IX mezinárodní vědecko - praktická konference
«Efektivní nástroje moderních věd – 2013».** - Díl 43.
Technické vědy: Praha. Publishing House
«Education and Science» s.r.o - 104 stran

Šéfredaktor: Prof. JUDr. Zdeněk Černák

Náměstek hlavního redaktor: Mgr. Alena Pelicánová

Zodpovědný za vydání: Mgr. Jana Štefko

Manažer: Mgr. Helena Žáková

Technický pracovník: Bc. Kateřina Zahradníčková

IX sběrné nádoby obsahují materiály mezinárodní vědecko - praktická
konference «Efektivní nástroje moderních věd» (27 dubna - 05 května 2013 roku)
po sekcích «Technické vědy»

Pro studentů, aspirantů a vědeckých pracovníků

Cena 270 Kč



Сигачева В.В., Энтин В.Я. Разработка процесса управления окислением сточных вод на базе нечеткого моделирования	91
Мурзин Д.А., Грин Л.М. Технические и рыночные решения для автоматических мобильных систем	94

OCHRANA PRÁCE

Дзюба Т.А., Березюк Ю.О., Глухова Н.В. Вдосконалення системи охорони праці на підприємствах України	97
---	----

TECHNICKÉ VĚDY

ELEKTROTECHNIKA A RADIOELEKTRONIKA

Кривошейкин А.В.

д.т.н., профессор зав. кафедрой СПбГУКиТ

Чесноков М.А.

аспирант СПбГУКиТ

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ДЛИНЫ ЛИНИИ ЗАДЕРЖКИ В ЦИФРОВОМ ГРЕБЕНЧАТОМ ФИЛЬТРЕ НА ОСНОВЕ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО МНОГОЧЛЕНА ЛАГРАНЖА

В ряде радиотехнических систем [1] используются периодические сигналы с периодом τ , для обработки которых применяются гребенчатые фильтры (ГФ). Выходной сигнал ГФ формируется как сумма входного сигнала и выходного сигнала, задержанного на время τ и умноженного на коэффициент обратной связи $g < 1$. Гребенчатый фильтр является многополосным фильтром, амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) которого достигает максимумов на частотах $0, 1/\tau, 2/\tau, \dots, n/\tau$, где n – натуральное число [2], соответствующее номеру полосы пропускания ГФ. Гребенчатый фильтр используется в качестве фильтра, согласованного с периодическим сигналом, при этом частоты максимумов в спектре сигнала совпадают с частотами максимумов АЧХ ГФ.

При цифровой реализации ГФ находящиеся в линии задержки числа представляют собой выборки значений выходного сигнала, а соседние значения разделяются интервалом времени равным периоду дискретизации системы Δt . Таким образом, сигнал на выходе линии задержки ГФ может быть задержан относительно сигнала на выходе ГФ только на интервалы времени кратные периоду дискретизации системы. Если это условие не выполняется, т.е. $\tau \neq n\tau_d$, где n – натуральное число, то частоты максимумов АЧХ ГФ не совпадают с частотами максимумов в спектре сигнала. Более того, гребенчатый фильтр вместо подавления помех начинает выделять спектральные составляющие помех, отсутствующих в полезном сигнале.

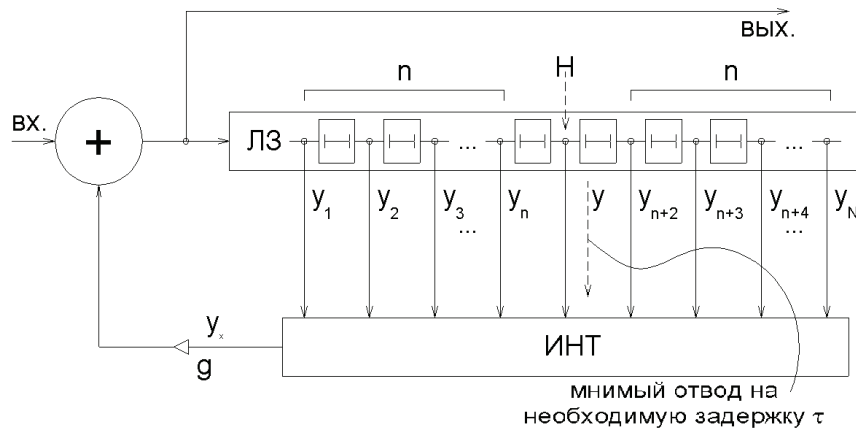


Рис.1. структурная схема гребенчатого фильтра с линией задержки продолжительностью в дробное число отсчетов.

Структурная схема для данной системы представлена на рис. 1. Пусть необходимое время задержки ГФ τ не равно целому числу периодов дискретизации Δt . Необходимо найти оценку значения сигнала в линии задержки $y(\tau)$.

Для этого, сначала определяется ближайшее целое к значению задержки τ в периодах дискретизации. Ближайшее целое значение обозначим N . Возьмем выборку в n отсчетов до и после N общей длиной $N=2n+1$. Значения задержки отсчетов сигнала в линии обозначим как $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N$. Соответствующие им значения сигнала из линии задержки $y_1, y_2, \dots, y_N$.

Чтобы найти оценку значения сигнала соответствующие задержке τ необходимо решить интерполяционную задачу, производимую блоком ИНТ на рис. 1. Интерполируем значения сигнала внутри выборки степенным полиномом $(N-1)$ ой степени

$$y(\tau) = a_{N-1}\tau^{N-1} + a_{N-2}\tau^{N-2} + \dots + a_0\tau^0. \quad (1)$$

Для нахождения коэффициентов $a_{N-1}, a_{N-2}, \dots, a_0$ необходимо решить систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 \cdot \tau_1 + a_2 \cdot \tau_1^2 + \dots + a_{N-1} \cdot \tau_1^{N-1} = y_1 \\ a_0 + a_1 \cdot \tau_2 + a_2 \cdot \tau_2^2 + \dots + a_{N-1} \cdot \tau_2^{N-1} = y_2 \\ \vdots \\ a_0 + a_1 \cdot \tau_N + a_2 \cdot \tau_N^2 + \dots + a_{N-1} \cdot \tau_N^{N-1} = y_N \end{cases}$$

Т.к. $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N$ заранее известны и все отличны друг от друга, т.о. определитель главной матрицы всегда не равен нулю. Расчёт коэффициентов путём

LETECTVO A KOSMONAUTIKA

Иванов С.В., Корноухова Е.С. Разработка алгоритма оптимально-терминального управления беспилотным летательным аппаратом в конфликтной задаче.....42

HORNICTVÍ

Кабылбаев Д.Д., Баймбетов Н.Б. Опыт применения гидроразрыва пласта и солянокислотной обработки на месторождении Тенгиз.....46

Аралбекова М.А., Кузембаев Б.С. Пастообразная закладочная смесь с применением сгустителя фирмы Westech и перспективы применения в ТОО «Корпорация Казахмыс»49

Цветков А.Б., Фрянов В.Н., Петрова О.А. Математическое моделирование взаимодействия двух выработок в горизонтально-слоистом горном массиве53

Турсынбайкызы Д. Возможность применения новых методов повышения нефтеотдачи пластов на месторождении узень58

AUTOMATIZOVANÉ ŘÍDICÍHO SYSTÉMU NA VÝROBĚ

Архипова Т.Н. Автоматизированное рабочее место в гибкой производственной системе для малых швейных предприятий62

Шепетюк Б.Д. Розробка інформаційного та програмного забезпечення системи обліку вантажоперевезень64

Урбанюк Є.А., Кучма С.В. Система компенсації похибок токарного верстата з ЧПК67

Секербаева А.Б. Комплексный подход к вопросам энергосбережения68

Урбанюк Є.А., Романчук О.Д. Вдосконалення пневматичного крокового двигуна для приводу робочих органів промислових роботів.....72

Сілаєв В.І. Економічна оцінка ефективності впровадження інформаційних систем на вугільних шахтах.....73

Славный А.Ю., Гуляева А.Л. Автоматизация бухгалтерского учета на платформе «1С Бухгалтерия 8.1»80

Бондарь Е.Ю., Трапезников Е.В., Усеннов Б.М. К вопросу о разработке web-приложения для мебельной фирмы «ИП Макаров».....82

Лесюк Ю.В., Чигур І.І. Автоматичне регулювання подачі палива і повітря у водогрійному котлі84

Савенков Б.А., Мельник О.О. Аналіз систем автоматизованого проектування в умовах сучасного виробництва.....87

OBSAH

TECHNICKÉ VĚDY

ELEKTROTECHNIKA
A RADIOELEKTRONIKA

Кривошейкин А.В., Чесноков М.А. Получение произвольной длины линии задержки в цифровом гребенчатом фильтре на основе интерполяционного многочлена Лагранжа.....	3
Герасіна О.В., Варніцька В.В. Дослідження пропускну́ї спроможності МІМО систем з варіацією кількості передавальних і приймальних антен	5
Фам Нгок Тхач, Степанов В.М. Разработка систем векторного управления асинхронными приводами электромобиля	8
Ганзенко В.А., Коцержинський Б.О. Квадратурна модуляція як спосіб перенесення спектру сигналу інтегрованих синтезаторів прямого цифрового синтезу на більш високі частоти.....	10
Орлюк А.О. Дослідження акустичних характеристик глядацької зали НАДТ ім.І.Франка.....	14
Мирзакулова Ш.А., Балгабекова Л.О. Исследование распределения трафика реального времени.....	19
Шадхін В.Ю., Овсяннікова Н.А., Рудас М.Г., Біда А.А. Аналіз існуючих систем позиціонування на місцевості Глонасс та GPS.....	21

ZPRACOVÁNÍ MATERIÁLŮ
VE STROJÍRENSTVÍ

Сошко В.А., Ляшков В.С., Симинченко И.П. Эффект адсорбционного облегчения процесса механической обработки металла.....	24
Изюмов А.И., Гончаров О.В., Лысенко А.Ф., Муравлев А.И. Прогнозирование геометрической точности изделия с помощью совокупности составляющих суммарной погрешности.....	30
Ременцов А.В. Влияние электрохимической поляризации на механическую обработку абразивных материалов.....	36
Брезіцький С.М. Визначення пружних характеристик системи «різець-супорт» токарного верстата 1К62 методом скінченних елементів.....	39

непосредственного решения системы уравнений даже при малом порядке системы может привести к большой погрешности их значений [3], поэтому следует использовать одно из ряда явных представлений интерполяционного многочлена, например, интерполяционный многочлен Лагранжа:

$$y(\tau) = \sum_{i=1}^{i=N} y_i * \left[\prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{j=N} \frac{(\tau - \tau_j)}{(\tau_i - \tau_j)} \right] = \sum_{i=1}^{i=N} y_i * \left[\prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{j=N} \frac{\tau - (h - j \cdot \Delta\tau)}{(i - j) \cdot \Delta\tau} \right], \quad (2)$$

где $h = \Delta\tau \cdot \text{entire}(\tau/\Delta\tau)$.

Блок ИНТ, представленный на рис.3, производит расчёт сигнала на его выходе по формуле (14).

Цифровая реализация гребенчатого фильтра в качестве приёмника, согласованного с периодическим сигналом, требует решения проблемы дискретности линии задержки, приводящей к отклонению АЧХ сигнала от АЧХ гребенчатого фильтра. В статье предложен метод интерполяции, основанный на использовании дискретных значений отсчётов сигнала, ближайших к заданному значению.

Литература:

1. Финкельштейн М. И. Гребенчатые фильтры. М., «Советское радио», 1969, 320 стр.
2. Финкельштейн М. И. Основы радиолокации: Учебник для вузов. – 2-е Ф59 изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1983.
3. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т.1.- М.: Наука, 1966.

К.т.н., доц. Герасіна О.В., Варніцька В.В.
ДВНЗ «Національний гірничий університет», Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ МІМО
СИСТЕМ З ВАРІАЦІЄЮ КІЛЬКОСТІ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ
І ПРИЙМАЛЬНИХ АНТЕН

Технологія Multiple-Input-Multiple-Output (MIMO) є одним з найбільш важливих шляхів розвитку широкосмугових бездротових систем. У таких системах використовують декілька передавальних і приймальних антен. Як критерій ефективності МІМО системи зручно розглядати її ефективну пропускну спроможність, що визначає число правильно переданих інформаційних біт в одиницю часу в одиничному інтервалі частот [1].

Пропускна спроможність MIMO-систем може бути збільшена пропорційно числу антенних елементів у порівнянні зі звичайними системами, при цьому не потрібно підвищення сумарної випромінюваної потужності передавача й розширення частотного спектра сигналу [2, 3].

Для забезпечення необхідної пропускної спроможності MIMO системи необхідно оптимальний вибір кількості прийомних й передавальних антен. Дослідження залежності пропускної спроможності MIMO системи від кількості передавальних та приймальних антен проводилось за допомогою стандартних та розроблених програм у середовищі Matlab.

На рис. 1 наведено графіки залежності пропускної спроможності від відношення сигнал/шум для MIMO системи з 2 передавальними (Tx) й різним числом приймальних антен (Rx). На рис. 1 також наведено графік для SISO системи (Tx=Rx=1). Встановлено, що перехід від SISO до MIMO системи дає значне збільшення швидкості передачі інформації, й це збільшення тим більше, чим більше число приймальних антен. З рис. 1 також видно, що зростання пропускної спроможності залежить нелінійно від кількості приймальних антен.

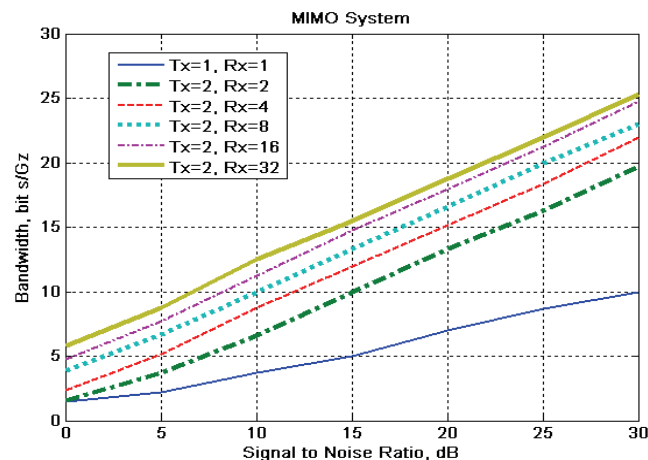


Рис. 1. Залежність пропускної спроможності від відношення сигнал/шум для MIMO систем з різним числом передавальних (Tx) і приймальних (Rx) антен

На рис. 2 наведено залежності пропускної спроможності MIMO системи від кількості приймальних антен (Rx) при кількості передавальних антен (Tx) 2 і 4. Встановлено, що при зміні кількості приймальних антен від 2 до 20 спостерігається експоненціальне збільшення пропускної спроможності, яке при подальшому збільшенні антен стає практично лінійним. Згідно рис. 2 пропускна

Тому, насамперед, необхідно:

- удосконалити управління охороною і безпекою праці в організаціях;
- забезпечити на постійній основі комплексну оцінку робочих місць з позиції потреб ергономіки, санітарно-технічних нормативів і державних нормативних правових актів з охорони праці;
- систематично проводити профілактичні засоби виробничого травматизму, які включають в себе атестацію робочих місць, за умовами праці, впровадження системи сертифікації організації щодо робіт з охорони праці, навчання та інструктаж працівників, а також підвищення їхньої кваліфікації;
- створювати та впроваджувати сучасні засоби індивідуального і колективного захисту, приладів контролю шкідливих і небезпечних речовин в робочій зоні;
- формувати заздалегідь сприятливі умов праці на нових, реконструйованих підприємствах, новому обладнанні тощо;
- виділяти щорічно із держбюджету України достатню кількість грошових коштів для фінансування заходів щодо поліпшення умов праці робітників [4].

Висновки та пропозиції. Отже, можна зробити висновок, що питання охорони праці є одним з найважливіших на підприємстві, проте на сучасному етапі розвитку суспільства йому приділяється досить мало уваги, про що свідчать дані про рівень виробничого травматизму. А тому вивчення й вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов, у яких відбувається праця людини – одне з найбільш важливих завдань у розробці нових технологій і систем виробництва. Тому варто посилити як державний нагляд і контроль, так і контроль з боку профспілкових органів за дотриманням норм законодавства про охорону праці роботодавцями, які використовують найману працю. Оскільки саме роботодавець, перш за все, повинен нести відповідальність за випадки виробничого травматизму на підприємстві.

Література:

1. Дяченко Н.М. Економічні аспекти охорони праці / Н.М. Дяченко // Науковий вісник КУЕІТУ. – 2011. – №4. – С. 124-126.
2. Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dnopr.kiev.ua/>
3. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності: Закон України №5462-VI від 16.10.12 р. // Відомості Верховної Ради України, 2012. – № 46-47.
4. Саранкіна Ю.О. Сучасний стан охорони праці в Україні: проблеми та шляхи їх вирішення [Електронний ресурс] / Ю.О. Саранкіна // – Режим доступу: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/Kyuv/2009_3/53.pdf

Статистичні дані свідчать про катастрофічну ситуацію з виробничим травматизмом в Україні. Так, за більшістю показників у даній сфері Україна лідирує порівняно не тільки з країнами Західної, але і Східної Європи. До недоліків, що впливають на рівень виробничого травматизму в Україні відносяться: недостатня увага роботодавців до профілактичних заходів з попередження травматизму, забезпечення безпечних та здорових умов праці та зниження виробничих ризиків; зношення основних виробничих фондів; недостатній державний нагляд і контроль за дотриманням вимог з охорони праці; недоліки в навчанні фахівців з охорони праці, відсутністю належного контролю за станом безпеки на робочих місцях та виконанням встановлених норм.

Відповідно до даних Міністерства охорони здоров'я, тільки 27% підприємств в Україні відповідають вимогам законодавства про охорону праці.

Аналіз причин нещасних випадків свідчить, що майже 72% нещасних випадків зі смертельними наслідками відбулося з організаційних причин, 19% – з технічних причин, 9% – з психофізіологічних причин.

За даними Державної служби гірничого нагляду та промислової безпеки України у 2011 р. кількість осіб, що отримали виробничі травми – 10657, з них 685 загинули. У 2012 році цей показник знизився до 9816 осіб, при цьому 623 особи загинуло. За два місяці 2013 р. виробничі травми отримало 73 особи [2].

Серед причин виробничого травматизму перш за все слід виділити низький рівень відповідальності роботодавця за здоров'я і життя найманого працівника. Сьогодні відповідно до Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які призвели до втрати працездатності», вся відповідальність щодо відшкодування здоров'я працівника або у випадку його смерті лежить на Фонді соціального страхування [3].

На нашу думку, це негативно впливає на стан охорони праці на кожному підприємстві, в установі, організації, оскільки, роботодавець не відчуває в повній мірі відповідальності за настання нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання. Тому роботодавець повинен нести матеріальні збитки на виплату компенсації потерпілому або членам його сім'ї спільно з Фондом соціального страхування. Оскільки, в основному причинами нещасних випадків на виробництві є саме неналежним чином організована система охорони праці, відповідальність за яку несе в першу чергу роботодавець. Сьогодні на більшості підприємств не проводиться атестація робочих місць на відповідність вимогам охорони праці, працівники не тільки не забезпечуються засобами індивідуального захисту, а й взагалі не забезпечуються необхідними засобами виробництва.

Виявлення проблем охороною праці на виробництві потребує здійснення комплексу заходів, щодо зменшення та запобігання аварійності і промислового травматизму на підприємствах.

Реалізація цілеспрямованих заходів з покращення умов і охорони праці дозволить зменшити показник загального виробничого травматизму, приблизити його значення до рівня розвинених європейських країн, зменшити питому вагу працівників, зайнятих в умовах, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормам.

спроможність залежить більше від кількості передавальних антен: так, при невеликому їх збільшенні (від 2 до 4) можна отримати такий же виграв у пропускній спроможності, як при збільшенні кількості приймальних антен від 4 до 60.

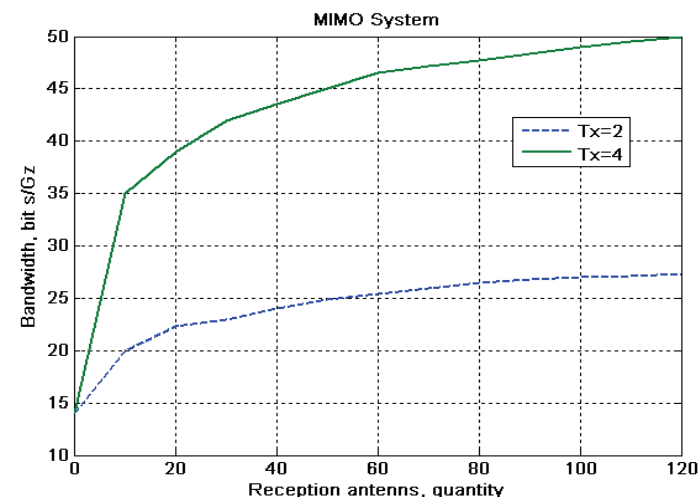


Рис. 2. Залежності пропускної спроможності MIMO системи від кількості приймальних антен (Rx) при кількості передавальних антен (Tx) 2 і 4

Література:

1. Слюсар В.И. Системы MIMO: принципы построения и обработка сигналов / В.И. Слюсар. // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. – 2005. – № 8. – С. 52-58.
2. Shiu D.S. Fading Correlation and Its Effect on the Capacity of Multielement Antenna Systems / D.S. Shiu, G.J. Foschini, M.J. Gans, J.M. Kahn // IEEE Transactions On Communications. – 2000. – Vol. 48. – No. 3. – P. 502–513.
3. Ермолаев В.Т. Увеличение пропускной способности MIMO-системы радиосвязи с параллельной передачей данных по собственным подканалам / В.Т. Ермолаев, А.Г. Флакман, Д.Н. Лысяков. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 3(1). – С. 79–86.

Фам Нгок Тхач

студент гр. 141471/01и, кафедра Э, ТулГУ

Научный руководитель: Степанов В.М., д.т.н., про.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМИ ПРИВОДАМИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

В данной работе рассматривается система векторного управления асинхронным двигателем на базе промышленного преобразователя частот.

Существует несколько типов электродвигателей, которые используются для привода автомобиля. В том числе популярными являются постоянные, синхронные и асинхронные двигатели. Из них наиболее простыми, надёжными и дешёвыми электродвигателями являются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором (АД). Однако при всех своих достоинствах АД имеют весомый недостаток – сложность управления из-за сложности и большого объёма математических вычислений в реальном времени. А АД простыми методами практически невозможно. Поэтому, несмотря на их широкое распространение, применялись они преимущественно в нерегулируемых электроприводах (ЭП), либо в ЭП с невысокими требованиями к качеству регулирования.

С другой стороны АД реализуются на аналоговой технике, либо на базе цифровых микросхем малой и средней степени интеграции, что не позволяет добиться высокого качества регулирования. С развитием микропроцессорной техники с функциями прямого цифрового управления силовыми ключами, а также силовой электроники задача построения точных систем управления скоростью и моментом АД стала реализуемой.

На сегодняшний день в мире выпускается большое количество преобразователей частоты (ПЧ), предназначенных для управления асинхронным двигателем (АД). Причём управление осуществляется по различным алгоритмам, включая как самые простые (скалярное управление), так и наиболее сложные и точные (векторное управление, векторное бездатчиковое управление). Однако по понятным причинам эти ПЧ не находят массового применения в отечественной промышленности, поэтому до сих пор в отечественной промышленности работает большое количество регулируемых ЭП на базе двигателей постоянного тока (ДПТ), которые имеют серьёзные недостатки и жёсткие ограничения по условиям применения. Во всём мире привода на базе ДПТ постепенно вытесняются и заменяются на другие типы приводов, причём многие из них заменяются асинхронным приводом, который на сегодняшнем уровне развития преобразовательной и управляющей микропроцессорной техники ничуть не уступает по качеству регулирования приводе постоянного тока, а зачастую и превосходит его.

Векторное управление является методом управления синхронными и асинхронными двигателями, не только формирующим гармонические токи (напряжения) фаз (скалярное управление), но и обеспечивающим управление магнитным потоком ротора. Общий принцип моделирования и построения системы управления АД заключается в том, что для этого используется система координат

OCHRANA PRÁCE

Дзюба Т.А.

асистент кафедры туризма та готельно-ресторанної справи

Березюк Ю.О., Глухова Н.В.

студентки III курсу, групи МО-32д

Вінницький торговельно-економічного інституту КНТЕУ, Україна

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

Актуальність теми. Особливості організації охорони праці на підприємстві відіграють важливу роль. Простоти та зниження ефективності праці, викликані аваріями, нещасними випадками на виробництві, професійними захворюваннями, не тільки уповільнюють виробничі процеси, але і стають причиною високих виробничих витрат для підприємства. Крім того, ці явища значною мірою негативно впливають на безпеку виробництва, якість продукції та відношення до роботи працюючих. З огляду на це, питання вдосконалення охорони праці на підприємстві має не тільки соціальне, але і безпосередньо економічне значення та є досить актуальним для сучасного розвитку підприємств України.

Проблемі покращення системи охорони праці приділяли свою увагу такі вчені, як Д.П. Богиня та О.А. Грішнова, М.П. Гадзюк, Є.П. Желібо, В.В. Зацарний, Д.П. Тімошин, В.В. Дерпак, З.М. Яремко, О.Ф. Новікова, А.О. Соколова.

Питання охорони праці є одним з найважливіших на сучасному етапі життя нашого суспільства, у період, коли роботодавці ставлять для себе основним завданням якнайшвидше з мінімальним вкладенням засобів отримати найбільший прибуток. Мало уваги приділяється охороні праці, а часом вимоги охорони праці і взагалі ігноруються. При цьому не враховується те, що при комплексній дії на людину шкідливих виробничих чинників значно зменшується продуктивність праці. Зростання непродуктивних витрат часу обумовлюється також поганою організацією робочих місць, зокрема неврахуванням антропометричних вимог, невдалим розташуванням приладів, відсутність умов для тимчасового відпочинку тощо. Керівники підприємств забувають про те, що в результаті поліпшення умов праці нормалізується психологічний клімат, підвищується налагодженість у роботі, а, отже, зростає продуктивність праці.

Правильний підхід до організації охорони праці на підприємстві, грамотне використання різних нематеріальних способів стимулювання працівників дають останнім необхідне почуття надійності, стабільності й зацікавленості керівництва у своїх співробітниках. Таким чином, завдяки налагодженій охороні праці знижується також плинність кадрів, що в свою чергу благотворно впливає на стабільність усього підприємства [1].

вита микропроцессорной техники для реального применения вне стен лаборатории лучше всего подходит разрабатываемый универсальный алгоритм.

Рассмотрим возможные сферы применения автоматических мобильных систем, управляемых по универсальному алгоритму, а также важность параметров для них. (см. табл. 2).

Таблица 2.

Сфера применения и важность параметров

Критерии	Сфера применения			
Параметр	Спасательная техника МЧС	Event индустрия	Геолого-разведывательная техника	Складские системы
Самоадаптация	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Автономность	Высокая	Средняя	Высокая	Средняя
Оптимальность маршрута	Средняя	Высокая	Средняя	Высокая

Разработка алгоритма позволит получить широкий класс устройств для различных сфер применения, которые действительно способны к работе в недетерминированной среде без участия человека.

Преимущества универсального алгоритма станут наиболее значимыми при применении в условиях, когда:

1) связь с мобильной системой не может быть установлена, или пропускная способность канала связи не позволяет достичь оптимального быстродействия системы;

2) произошло значительное быстрое изменения условий среды, в которой проводятся работы, или среда постоянно меняется.

нат, постоянно ориентированная по направлению какого-либо вектора, определяющего электромагнитный момент. Тогда проекция этого вектора на другую ось координат и соответствующее ей слагаемое в выражении для электромагнитного момента будут равны нулю, и формально оно принимает вид, идентичный выражению для электромагнитного момента двигателя постоянного тока, который пропорционален по величине току якоря и основному магнитному потоку.

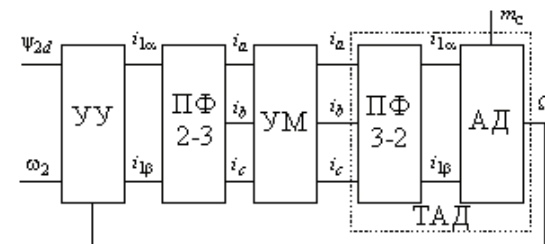


Рис.1. Структура системы векторного управления АД

Независимо от того, какой вектор используется для управления АД (тока или напряжения), на выходе устройства управления формируются синусоидальные сигналы с переменной амплитудой, частотой и фазой, соответствующие мгновенным значениям проекций вектора тока или напряжения статора на неподвижные оси координат. Эти сигналы должны быть усилены по мощности с минимальными искажениями. Поэтому между выходом устройства управления (УУ) и статором АД необходимо включить усилитель мощности (УМ) (рис. 1). В качестве УМ могут использоваться устройства непрерывного и дискретного типов. Очевидно, что при мощностях выше нескольких сотен Ватт аналоговые усилители мощности не могут применяться, поэтому в приводе с векторным управлением в основном используются транзисторные и тиристорные инверторы с различными законами управления и непосредственные преобразователи частоты. Для правильной работы системы векторного управления УМ должны обладать единичной передаточной функцией, т.к. ошибка формирования тока или напряжения вызывает нарушение ориентации соответствующего вектора. На практике достаточно, чтобы частота коммутации УМ при всех режимах работы системы приблизительно на порядок превосходила частоту основной гармоники.

В результате работы проанализированы существующие структуры систем векторного управления. В качестве оптимальной для реализации на специализированных микроконтроллерах с функциями прямого цифрового управления двигателями выбрана структура в координатах (x, y) с ориентацией оси x по вектору потокоцепления ротора. Разработана методика синтеза системы векторного управления, которая позволяет оценить динамические возможности привода как по моменту, так и по скорости.

Магістрант Ганзенко В.А., д.т.н., проф. Коцержинський Б.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», Україна

КВАДРАТУРНА МОДУЛЯЦІЯ ЯК СПОСІБ ПЕРЕНЕСЕННЯ СПЕКТРУ СИГНАЛУ ІНТЕГРОВАНІХ СИНТЕЗАТОРІВ ПРЯМОГО ЦИФРОВОГО СИНТЕЗУ НА БІЛЬШ ВИСОКІ ЧАСТОТИ

Серед інтегрованих синтезаторів прямого цифрового синтезу (ІСПЦС), які виробляє провідна фірма Analog Devices, є так звані квадратурні закінчені синтезатори прямого цифрового синтезу, наприклад, ІСПЦС AD9854 (CMOS 300 MSPS Quadrature Complete DDS AD9854). Вони мають аналогові виходи з двох ЦАП (рис.1). На виходах AD9854 такі сигнали: OUT1- однополярний струмовий косинусний вихід компоненти I, IOUT1- комплементарний однополярний струмовий косинусний вихід компоненти I, IOUT2 – однополярний струмовий синусний вихід компоненти Q, IOUT2 – комплементарний однополярний струмовий синусний вихід компоненти Q.

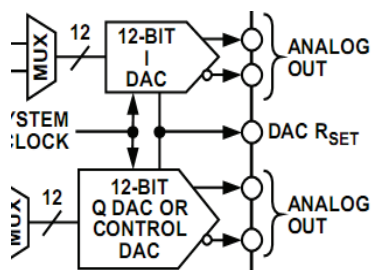


Рис. 1. Аналогові виходи AD9854

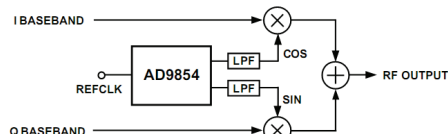


Рис.2. Пряме квадратурне перетворення

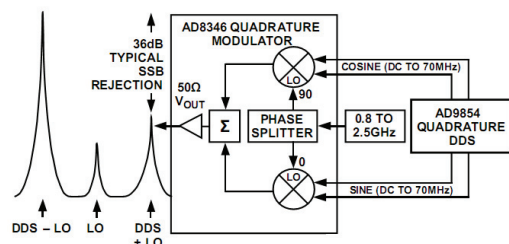


Рис.3. Односмугове перетворення уверх.

ідеалі накопичує інформацію про перешкоди на шляху (місце розташування, стратегії подолання і т.п.).

3) повністю виключити з роботи людини, що особливо важливо при роботі в шкідливих і небезпечних для здоров'я людини умовах.

Сейчас существует несколько подходов для решения данной проблемы: GPS-навигация, жесткая логика, нейронные сети, техническое зрение, построение карты местности, – но ни один из них не является оптимальным, потому что управление системами в недетерминированной среде является сложной и комплексной задачей, которая требует больших затрат времени и финансов.

Например, миллиардные инвестиции и привлечение в свой проект специалистов, которые работают уже более десятка лет над созданием беспилотного автомобиля, пока не позволили создать компании Google систему, которая могла бы работать под дождем или при выпадении снега. Причина в том, что в основу положено техническое зрение, которое дает информацию для сравнения с ранее снятыми фотографиями местности. Возможным решением может являться разработка универсального алгоритма, который соединит преимущества нескольких методов управления.

Мы провели экспертную оценку разрабатываемого алгоритма в сравнении с существующими основными подходами для управления мобильными объектами в недетерминированной среде (см. табл. 1). Оценка велась по пятибалльной шкале для следующих критериев:

- 1) минимальная требовательность к вычислительным ресурсам;
- 2) самоадаптация системы управления;
- 3) отсутствие обмена данными во время работы с внешними устройствами;
- 4) оптимальность маршрута движения.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика методов управления движением мобильных систем.

Метод	1	2	3	4	Итого
GPS-навигация	4	1	0	3	8
Жесткая логика	5	0	5	0	10
Нейронные сети	1	5	3	1	10
Техническое зрение	3	2	1	2	8
Построение карты	0	4	4	5	13
Универсальный алгоритм	2	3	2	4	11

Из результатов сравнения можно сделать вывод, что самым лучшим методом для задач управления движением мобильных роботов в недетерминированной среде является построение карты, но при этом он требует максимального количества вычислительных ресурсов. Поэтому на существующем уровне раз-

Литература.

1. Кривошеин Д. А. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков. Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2008. – 344с.
2. Васильев Г.В., Ласков Ю.М., Васильева Е.Г. Водное хозяйство и очистка сточных вод предприятий текстильной промышленности.– М.: Легкая индустрия, 1976. – 223с.
3. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 352с.

Мурзин Д.А., Грин Л.М.

*Уральский Федеральный университет
имени Первого президента России Б.Н.Ельцина, Россия*

ТЕХНИЧЕСКИЕ И РЫНОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ

Аннотация

В статье рассматривается проблема, связанная с управлением автоматическими мобильными системами в недетерминированной среде. Предлагается решение представленной проблемы. Рассматриваются возможные сферы применения разрабатываемого алгоритма, а также указываются условия, при которых его преимущества становятся наиболее значимыми.

Новой тенденцией в сфере управления транспортными системами является разработка автоматических систем управления для мобильных объектов в недетерминированной среде. Самым ярким примером проявления этой тенденции являются беспилотные автомобили Google, которые уже проехали полмиллиона километров. Для того чтобы они могли выйти из стен лаборатории и ездить по дорогам общественного пользования, пришлось поменять законодательство штата Невада в США. Этот пример наглядно показывает, что тенденция существует, но применение автоматических систем управления для мобильных систем не ограничивается беспилотными легковыми автомобилями, оно гораздо шире, некоторые из сфер применения будут показаны позднее в этой статье.

Создание системы управления для транспортной системы при условии недетерминированной среды дает возможность:

- 1) движения по нефиксированному маршруту, т.е. мобильный объект сам определяет траекторию движения до целевой точки;
- 2) адаптации к внешним условиям, т.е. система самостоятельно принимает решение во время движения о способе преодоления препятствий и в

Перемикання вихідних квадратурних сигналів ІСПЦС дає можливість вибрати потрібну бокову смугу, придушення непотрібної бокової смуги корегується амплітудами квадратурних сигналів ІСПЦС(рис.3). При використанні квадратурного модулятора AD8346 сигнали треба пропустити через фільтри низьких частот.

Запропоноване перетворення було реалізовано лабораторією фірми шляхом використання налагоджувальних плат ІСПЦС і модулятора з деякими переробками [1].

Тестування підтвердило очікувані результати, коли сигнали з ІСПЦС були узгоджені для компенсації розбалансу фаз та амплітуд (рис.8). Розбаланс фаз виникає у пристроях між ІСПЦС та модулятором. Його можна скорегувати зміною довжини кабелю. Амплітуди сигналів регулюються підсилювачами ЦАП. На рис.8 центральна частота 1.05 ГГц, бокові смуги на відстані 25 МГц. Верхня смуга придушена на 40 дБ у порівнянні з нижньою, що відповідає розбалансу фаз у 1 градус. Амплітуда складової центральної частоти перевищує рівень верхньої бокової (придушення 36 дБ). Її рівень можна зменшити збільшенням амплітуд вхідних сигналів AD8346.

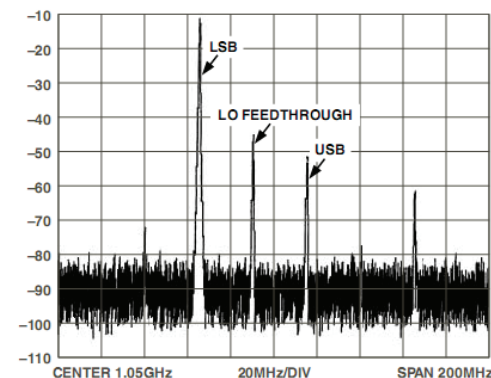


Рис.4. Спектр сигналу на виході AD8346

У роботі [1] визначається, що квадратурна модуляція є добре зроблений та економічний метод для перенесення спектру ІСПЦС у діапазоні УКХ та НВЧ без втрат переваг технології прямого цифрового синтезу (ПЦС) та якості сигналу. Інтегрований квадратурний модулятор AD8346 спрощує процес, добре узгоджується з AD9854. Та головне: квадратурна модуляція не заважає застосовувати різні методи модуляції сигналів ІСПЦС.

Квадратурну модуляцію можна здійснити не тільки за допомогою спеціальних ІСПЦС, таких як AD9854, AD9857, але також використовуючи па-

ру взаємно синхронізованих ІСПЦС (AD9954 (тактова частота $f_t = 400\text{МГц}$), AD9834 ($f_t = 75\text{МГц}$),

AD9910 ($f_t = 1\text{ГГц}$), AD9911 ($f_t = 500\text{МГц}$), AD9912 ($f_t = 1\text{ГГц}$), AD9915 ($f_t = 2.5\text{ГГц}$) [2].

Проаналізуємо різні варіанти реалізації квадратурної модуляції.

Нехай два сигнали $U_1 \cos \omega_1 t$ (гетеродин) та $U_2 \cos \omega_2 t$ надходять на вхід нелінійного елемента із квадратичною вольт-амперною характеристикою $i(u) = a_0 + a_1 u + a_2 u^2$

Тоді

$$i_1 = a_0 + a_1 U_1 \cos(\omega_1 t) + a_1 U_2 \cos(\omega_2 t) + 0.5 a_2 (U_1^2 + U_2^2) + 0.5 a_2 U_1^2 \cos(2\omega_1 t) + 0.5 a_2 U_2^2 \cos(2\omega_2 t) + a_2 U_1 U_2 [\cos(\omega_1 t + \omega_2 t) + \cos(\omega_1 t - \omega_2 t)]$$

Нехай два сигнали $U_1 \sin \omega_1 t$ та $U_2 \cos \omega_2 t$ надходять на вхід нелінійного елемента із квадратичною вольт-амперною характеристикою

Тоді

$$i_2 = a_0 + a_1 U_1 \sin(\omega_1 t) + a_1 U_2 \sin(\omega_2 t) + 0.5 a_2 (U_1^2 + U_2^2) - 0.5 a_2 U_1^2 \cos(2\omega_1 t) - 0.5 a_2 U_2^2 \cos(2\omega_2 t) + a_2 U_1 U_2 [-\cos(\omega_1 t + \omega_2 t) + \cos(\omega_1 t - \omega_2 t)]$$

Якщо сигнали скласти у квадратурному модуляторі

$$i = i_1 + i_2 = 2a_0 + a_1 (U_1 + U_2) [\sin(\omega_1 t) + \cos(\omega_2 t)] + a_2 U_1 U_2 \cos[(\omega_1 - \omega_2)t] = 2a_0 + a_2 (U_1^2 + U_2^2) + 1.414 a_1 (U_1 + U_2) \cos\left(\omega_1 t - \frac{\pi}{4}\right) + 2a_2 U_1 U_2 \cos[(\omega_1 - \omega_2)t]$$

то зникає складова із сумою частот (верхня бокова смуга), трохи послаблена складова із частотою ω_1 (несуча).

Якщо взяти сигнали $U_1 \sin \omega_1 t$ та $-U_2 \cos \omega_2 t$, тоді

$$i_4 = a_0 + a_1 U_1 \sin(\omega_1 t) - a_2 U_2 \cos(\omega_2 t) + 0.5 a_2 (U_1^2 + U_2^2) - 0.5 a_2 U_1^2 \cos(2\omega_1 t) - 0.5 a_2 U_2^2 \cos(2\omega_2 t) + a_2 U_1 U_2 [\cos(\omega_1 + \omega_2 t) - \cos(\omega_1 - \omega_2 t)]$$

моделирования являются правила, составляемые экспертом на основании априорного опыта работы с такими системами, знания о реакции параметров объекта на изменение управляющих воздействий. Система очень чувствительна к корректированию правил. База правил вводится с помощью редактора правил.

После задания правил можно получить результат нечеткого вывода – конкретные значения выходных переменных в двухмерном виде или 3D виде (рис.2). Анализ результатов моделирования показал, что при низких значениях температуры и давления ИМ открывают соответствующие рабочие органы. При высоких значениях ХПК (больше 50 г/л) практически дополнительного подогрева не требуется. Воздух в реактор поступает непрерывно, но рабочий орган открывается на большую величину только в области низких ХПК и низкого давления – ниже 15 МПа. Следующим этапом является составление программы на языке FCL, которая включает описание переменных в виде термов, базу правил и ориентирована на программирование микроконтроллеров. Возможность предварительного моделирования в Fuzzy Logic существенно сокращает время разработки программ управления.

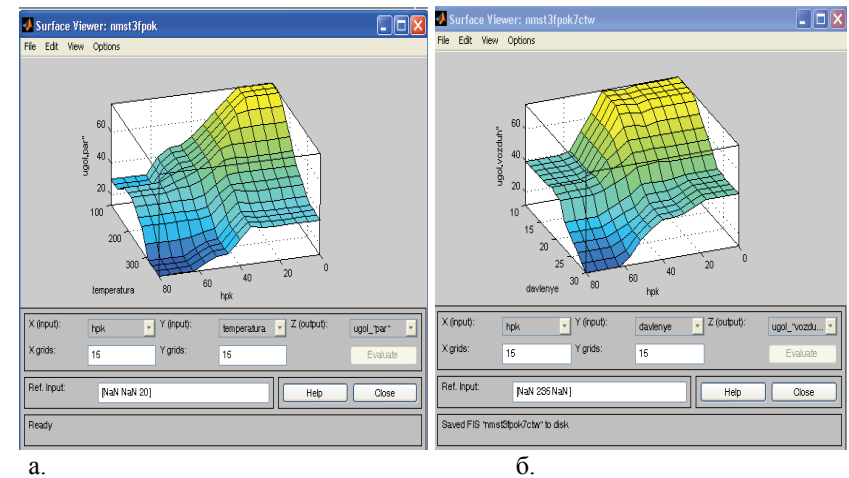


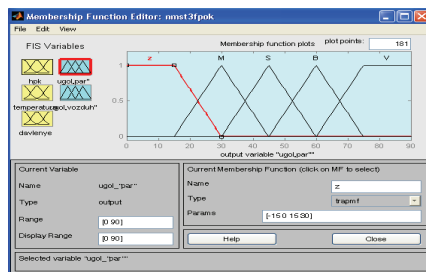
Рис. 2. Окончательный результат моделирования в виде поверхности 3D зависимости углов поворота ИМ от изменения входных переменных:
а. – ИМ подачи пара, б. – ИМ подачи воздуха.

3 / для разработки алгоритма и программы управления процессом жидкофазного окисления.

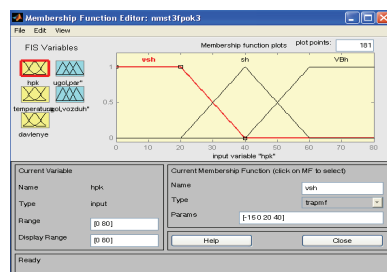
Нечеткий вывод процесса управления на основе анализа входных параметров выполнен с использованием алгоритма Мамдани, определяющего определенную последовательность операций. Входные переменные должны быть преобразованы в лингвистические переменные для использования их в базе правил системы нечеткого вывода управляющих воздействий. Это процедура нахождения значений функции принадлежности нечетких множеств (термов) на основе обычных (не нечетких) исходных данных. Как показывает опыт моделирования, можно ограничиться для каждой входной переменной тремя термами, что позволяет сократить базу правил, так как количество правил должно охватывать количество возможных сочетаний входных переменных.

В качестве терм-множеств первой лингвистической переменной «ХПК», второй лингвистической переменной «Температура», третьей лингвистической переменной «Давление» будем использовать множества, обозначаемые в символическом виде $TI = \{VS, S, VB\}$ (рис.1, а).

В качестве терм-множеств первой выходной лингвистической переменной «Угол поворота ИМ подачи пара» и второй выходной лингвистической переменной «Угол поворота ИМ подачи воздуха» будем использовать множества TY , в символическом виде $TY = \{ZW, SW, MW, BW, FW\}$ (рис.1,б).



а.



б.

Рис.1. Термы и функции принадлежности переменных в редакторе FIS:

а. – входная переменная «ХПК», б – выходная переменная «Ugol-par»

Моделирование системы управления процессом жидкофазного окисления выполнено в интерактивном режиме в редакторе систем нечеткого вывода FIS, где строятся термы и их функции принадлежности для входных и выходных переменных.

Процесс управления описывается базой правил, которая для данной задачи состоит из 27 правил, поскольку три входные переменные описываются термами, которые содержат по три функции принадлежности. Основным пунктом

Якщо сигнали i_1 та i_4 скласти у квадратурному модуляторі, тоді зникає складова із різницею частот (нижня бокова смуга), трохи послаблена складова із частотою ω_1 (несуча), залишається верхня бокова смуга

$$i_9 = 2a_0 + 2a_1U_1(\sin\omega_1t + \cos\omega_1t) + a_2(U_1^2 + U_2^2) + 2a_2U_1U_2\cos(\omega_1 + \omega_2)t$$

Нехай тепер на вхід змішувачів модулятора надходять такі пари сигналів $U_1\sin\omega_1t$ та $U_2\cos\omega_2t$, $U_1\cos\omega_1t$ та $U_2\sin\omega_2t$.

Для першої пари

$$i_6 = a_0 + a_0U_1\sin(\omega_1t) + a_2U_2\cos(\omega_2t) + 0.5a_2(U_1^2 + U_2^2) - 0.5a_2U_1^2\cos(2\omega_1t) - 0.5a_2U_2^2\cos(2\omega_2t) + a_2U_1U_2[\sin(\omega_1 + \omega_2)t + \sin(\omega_1 - \omega_2)t]$$

Для другої пари

$$i_7 = a_0 + a_1U_1\sin(\omega_1t) + a_2U_2\cos(\omega_2t) + 0.5a_2(U_1^2 + U_2^2) + 0.5a_2U_1^2\cos(2\omega_1t) - 0.5a_2U_2^2\cos(2\omega_2t) + a_2U_1U_2[\sin(\omega_1 + \omega_2)t + \sin(\omega_1 - \omega_2)t]$$

На виході квадратурного модулятора зникає тільки друга гармоніка частоти ω_1 , залишаються обидві бокові смуги $(\omega_1 - \omega_2)$ та $(\omega_1 + \omega_2)$.

Нехай тепер на вхід змішувачів модулятора надходять такі пари сигналів $U_1\sin\omega_1t$ та $U_2\cos\omega_2t$, $U_1\cos\omega_1t$ та $-U_2\sin\omega_2t$.

Для другої пари

$$i_8 = a_0 + a_1U_1\cos(\omega_1t) - a_2U_2\sin(\omega_2t) + 0.5a_2(U_1^2 + U_2^2) + 0.5a_2U_1^2\cos(2\omega_1t) - 0.5a_2U_2^2\cos(2\omega_2t) - a_2U_1U_2[\sin(\omega_1 + \omega_2)t + \sin(\omega_1 - \omega_2)t]$$

На виході квадратурного модулятора (сигнали i_6 та i_8) зникають бокові смуги та друга гармоніка частоти ω_1

$$i_{10} = 2a_0 + a_1U_1[\sin(\omega_1t) + \cos(\omega_1t) + a_2(U_1^2 + U_2^2) - a_2U_2^2\cos(2\omega_2t)]$$

Висновки

Отримати потрібний вихідний сигнал модулятора можна правильним вибором комбінацій фаз вхідних гармонічних сигналів. Модуляція складних частотно-модульованих коливань потребує подальшого аналізу.

Література

1. Cushing R. Single-Sideband Upconversion of Quadrature DDS to the 800-to-2500-MHz Band/ Analog Dialogue 34-3(2000).
2. Brandon D. Synchronizing Multiple AD9850/AD9851 DDS-Based Synthesizers/AN-587, Analog Devices, www.analog.com

Орлюк А.О.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Україна*

ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛЯДАЦЬКОЇ ЗАЛИ НАДТ ІМ. І.ФРАНКА

Сучасному інженеру доводиться мати справу із проблемою оптимізації акустичних умов в приміщеннях різного призначення. Це має свої особливості і потребує зв'язку між фізичними характеристиками приміщень і суб'єктивною оцінкою якості звучання, з одного боку, та архітектурним вирішенням приміщення, його форми, розмірів, оздоблення – з іншого. Завданням цього проекту є дослідження акустичних характеристик глядацької зали театру та, на основі аналізу об'єктивних показників, надання рекомендацій щодо покращення акустичного стану приміщення. У сучасному вигляді приміщення характеризується не достатньо задовільним звучанням програм.

Будівля театру зведена по класичній схемі: дві значні за об'ємом функціональні зони – сценічна коробка і глядацька частина – розділені порталом з сценічним прорізом. Планшет сцени являє собою дерев'яний настил з бруса. Сцена піднята на 1,2 м над рівнем першого ряду місць партеру. Сценічний об'єм впливає на акустику зали своїм загальним звукопоглинанням, що визначається середнім коефіцієнтом звукопоглинання прорізу в порталній стіні. В цілому конфігурація лож і балконів має сприяти ефективному розсіюванню звукових хвиль і підвищенню дифузності звукового поля. Підлога в залі (по площі партеру) виконана з підвищенням від бар'єру сцени до торцевої стіни на 0.6 м. Перед сценічним порталом, на рівні планшета сцени, улаштована оркестрова яма.

Апаратура, що використовувалась, відповідає вимогам стандартів на проведення акустичних вимірювань і має діючі свідоцтва про державну повірку згідно з ГОСТ 8.002-71, проведено в ДП «Укрметртестстандарт».. Установка включала системи передачі, приймання та аналізу звукових сигналів. Звуковий сигнал «білого» шуму моделювався за допомогою програми «Matlab» та піддавався цифровій фільтрації. Сформований смуговий сигнал через звукову карту подавався на підсилювач потужності і випромінювався в приміщення

Для максимального скорочення часу на проектування необхідне використання лише тривимірної або створення адаптивного пошуку по двовимірній моделі технічного завдання. Вирішення цієї проблеми полягає у створенні єдиної інформаційної моделі деталі в якій би поєднувалась геометрична, конструкторська, технологічна та інша інформація. Нами пропонується підхід розширення сфери застосування 3D – моделі на весь ланцюг конструкторсько – технологічної підготовки виробництва. Це можливо за рахунок перетворення інформаційної моделі з суто геометричної до загальної, яка містить, як інформацію про геометрію, форму, розміри деталі, так і конструкторську (точносні характеристики, технічні вимоги та інш.) та технологічну інформацію (параметри шорсткості поверхонь, покриття, термообробка та інш.). Надалі заплановано детальне опрацювання складових загальної інформаційної моделі даних деталі для подальшого її використання в різних САПР ТП, а також проектування відповідного програмного забезпечення.

Д.т.н. Сигачева В.В., д.т.н. Энтин В.Я.

*Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна,
Россия*

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ОКИСЛЕНИЕМ СТОЧНЫХ ВОД НА БАЗЕ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Сточные воды шерстомойных фабрик, а также других предприятий с высоким содержанием органических веществ и бактерицидного фона, рационально обрабатывать на установках жидкофазного окисления / 1, 2 /. Высокая органическая загрязненность воды, характеризуется большой величиной ХПК (химического потребления кислорода), при этом больше выделяется дополнительного тепла в ходе реакции, поэтому условия протекания процесса не постоянны. Известно, что жидкофазное окисление шерстомойных вод при ХПК больше 60 г/л может протекать без дополнительного подвода тепла, так как за счет окисления органических веществ создается температура порядка 300 °С, но при этом давление должно быть более 15 МПа / 2 /. В реактор подается горячий пар от парогенератора и воздух от компрессора.

Разработана система управления, которая должна обеспечить одновременное управление двумя исполнительными механизмами при обработке показаний трех датчиков с выбором оптимального режима, учитывающего уровень ХПК в накопителе сточной воды, а в реакторе изменение температуры и давления. Моделирование данной системы управления имеет признаки трудно формализуемой задачи, поэтому здесь применима методология нечеткого вывода /

Під час проектування технологічного процесу рис. 1 у САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ»:

- до файлу ТП були підключені 3D модель і креслення деталі (поз. 1);
- сформована структура конструкторсько-технологічних елементів (КТЕ) відображає склад та ієрархію елементарних поверхонь, КТЕ і груп КТЕ деталі (поз. 2);
- сформоване дерево ТП відображає склад та ієрархію операцій, переходів, оснастки та інших об'єктів, що становлять технологічний процес виготовлення партії деталей (поз. 3);
- проектування ТП велось як наповненням дерева ТП (поз. 3), так і наповненням дерева КТЕ (поз. 2);
- налаштовані зв'язки між деревом КТЕ, деревом ТП і 3D моделлю (кресленням), що дозволило легко орієнтуватися в тех. процесі (поз. 4);
- формування всіх об'єктів ТП здійснювалося шляхом їх додавання з універсальним технічним довідником (УТД); пошук необхідних об'єктів здійснювався з використанням механізмів фільтрації і пошуку даних, що значно підвищило швидкість проектування (поз. 5).

З рис. 2 випливає що, при проектуванні ТП у САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» використовується інформація, з 3D моделі та креслення, компонується. Але перевага віддається двовимірній моделі вихідних даних для побудови, як дерева так і проектування готового ТП. Процес проектування ведеться повністю у діалоговому режимі, що вже морально застаріло та не дає можливості максимально скоротити час на проектування готового ТП.

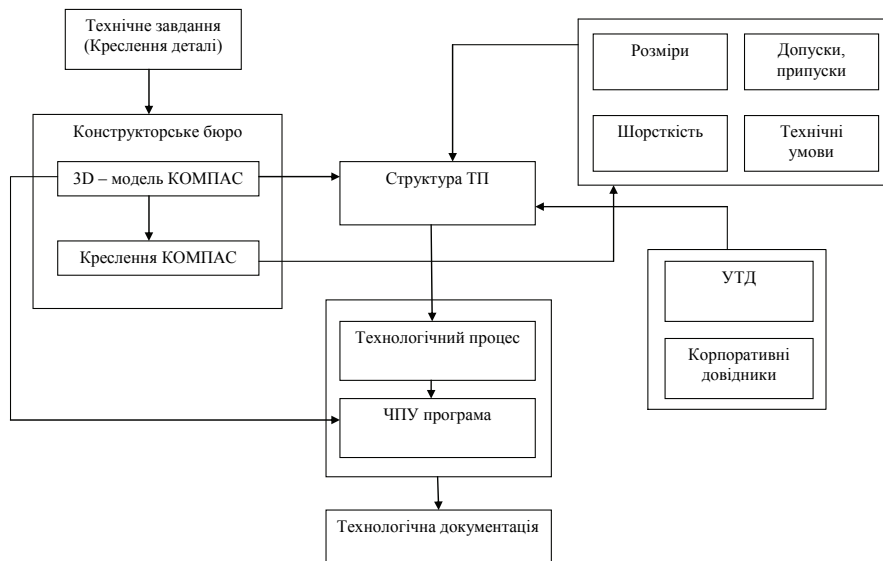


Рис.2 – Схема проектування ТП у САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

системою звукових колонок. Джерелом імпульсного звуку слугував постріл з сигнального пістолета. Вимірювальний мікрофон, враховуючи повну симетрію зали, розташовувався в точках 1-8 на висоті 1,3 м від рівня підлоги.

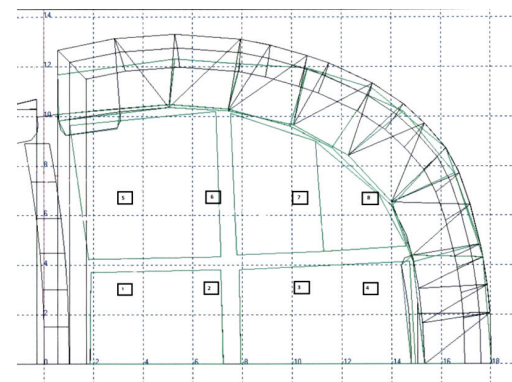


Рис.1 Вимірювальні точки

Зала театру ім. І.Франка за своїм призначенням відноситься до залів музично-драматичних театрів. Значення оптимального часу реверберації можна знайти:

$$T_{opt} = 0,4 \lg V - 0,15, \quad (1)$$

де V- об'єм приміщення.

Для даної зали театру об'ємом V=5332 м3 згідно з рекомендаціями [1] оптимальним значенням часу реверберації в діапазоні середніх частот (500 – 1000 Гц) є: $T_{opt}=1,31 \text{ с} \pm 10\%$. В цілому частотна характеристика часу реверберації має бути близькою до рівномірної, але для залів з музичними програмами бажаним є незначне збільшення значень часу реверберації на низьких частотах (до 20% на частоті 125 Гц). Для залів з мовними програмами допускається таке ж зменшення часу реверберації в діапазоні високих частот (до 20 % на частоті 4000 Гц). Зауважимо, що зменшення часу реверберації на високих частотах є неминучим об'єктивно через поглинання звуку в повітрі і більш високих значень коефіцієнтів звукопоглинання убранства зали. Для виправлення можливих акустичних дефектів і досягнення необхідного часу реверберації використовуються звукопоглинальні матеріали, розміщені на поверхнях, від яких не потрапляють до глядачів малозапіннюючі перші відбиття. Результати вимірювань часу реверберації в залі театру наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Час реверберації в точках зали при відкритих крилах

Точка вимірювання	Значення часу реверберації (с) в октавних смугах частот (Гц)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1.5	1.45	1.7	1.6	1.5	1.1	0.75
2	1.9	2	1.8	1.6	1.4	1.1	0.75
3	1.8	1.8	1.7	1.6	1.4	1	0.7
4	1.6	1.8	1.85	1.7	1.4	1.1	0.71
5	1.65	1.6	1.8	1.7	1.5	1.1	0.78
6	1.6	1.8	1.7	1.7	1.45	1.1	0.7
7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.38	1.1	0.7
8	1.6	1.8	1.7	1.6	1.4	1.1	0.77

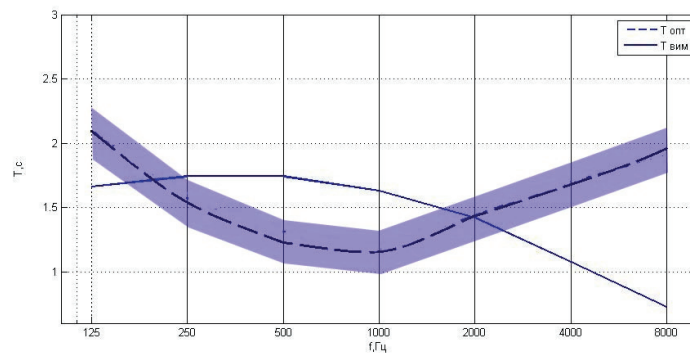


Рис 2 Середні значення часу реверберації (с) в октавних смугах частот (Гц) вимірюного в партері.

Одна з найважливіших характеристик звукового поля – ступінь його дифузності, яка характеризується таким параметром як однорідність. Із даних таблиці видно, що в центральній частині партеру до підбалконної пазухи нерівномірність звукового поля не перевищує 6 дБ, окрім частот 250 Гц та 8000 Гц (на величину 1.5 дБ – 2 дБ). У лівому партері нерівномірність перевищує 6 дБ на частотах 500 та 8000 Гц (на величину 2 дБ).

основних економічних показників та скорочення часу на прийняття рішень і підготовку виробництва, а також зменшення кількості працюючого персоналу.

Отже, для знаходження рішень необхідно проаналізувати більш докладно виробників продукту САПР ТП. Так як вони мають схожу структуру тому виберемо одного з представників, який має доступну для більшості вартість програмного забезпечення та відповідність всім стандартам на просторі СНГ та Росії, фірму «АСКОН» та її продукт який відноситься до САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ».

При проектуванні технологічних процесів у сучасних Computer-Aided Process Planning (CAPP) системах вітчизняного виробника необхідна та достатня 3D модель, то переважна більшість виробників систем автоматизованого проектування намагаються працювати з САД системами власного виробництва. «АСКОН» не стала виключенням, та при створення програмного продукту ВЕРТИКАЛЬ повністю використовує САД систему «КОМПАС» для створення необхідної 3D моделі з подальшим впровадженням її у роботу.

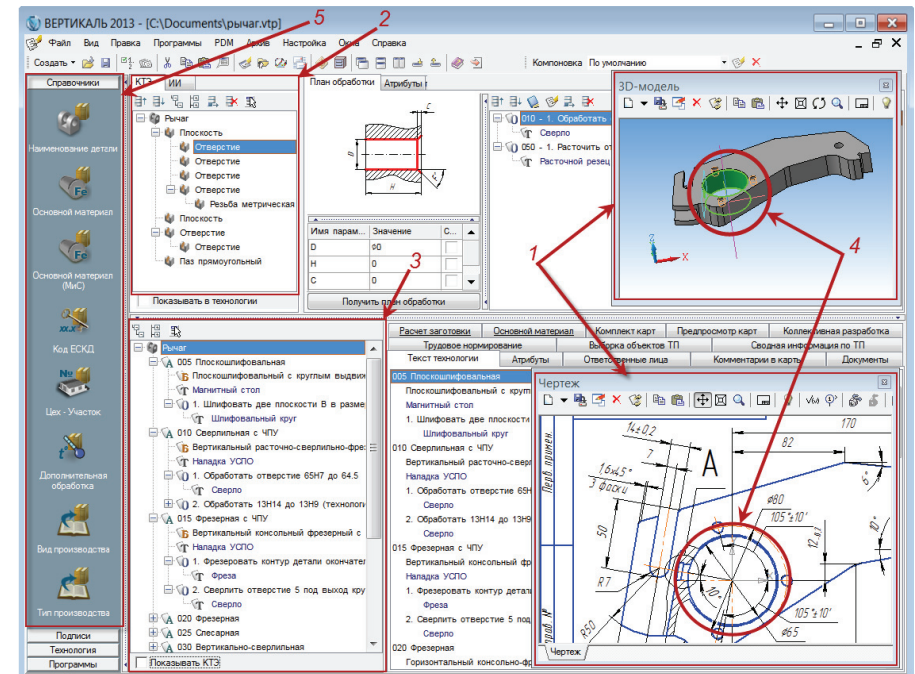


Рис.1 – Приклад проектування ТП у САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ

но мають функції до автоматизованого проектування ТП, зокрема типового або групового.

Системи автоматизованого проектування технологічного процесу дозволяють автоматизувати і підвищити ефективність процесу розробки ТП за рахунок:

- інтеграції з CAD/CAPP системами з метою: автоматичного перенесення даних з креслення (і 3D моделі) в текст ТП; забезпечення візуального налаштованого зв'язку графічних даних (конструкторської інформації) зі структурними елементами ТП (технологічною інформацією); перегляд і редагування планів обробки поверхонь конструкторсько-технологічних елементів (КТЕ) у прив'язці до елементів 3D моделі; навігації в тексті ТП по 3D моделі та за кресленням.

- проектування технологічних процесів в наступних автоматизованих режимах: на основі технологічного процесу аналогу; з використанням бібліотеки часто повторюваних технологічних рішень; з використанням бібліотеки конструкторсько-технологічних елементів (КТЕ); автоматичного формування фрагментів ТП на основі типових планів обробки КТЕ; запозичення технологічних рішень з раніше розроблених технологій; діалоговий режим проектування з використанням баз даних системи.

- автоматизованого формування текстів переходів в наступних режимах: за алгоритмами обраного плану обробки; формування стандартизованих переходів (по ЕСКД) за допомогою довідників; копіювання готових переходів з бібліотеки користувача або інших ТП.

- автоматизованого надання даних про матеріали, обладнання, інструменту і т.п. за допомогою універсального технологічного довідника (УТД) і корпоративних довідників: матеріали і сортаменти.

- автоматизованого вибору засобів технологічного оснащення: автоматичний підбір інструменту і оснастки по параметрам, заданим для вибраного типового плану обробки КТЕ; вибір з довідників з урахуванням можливих зв'язків інструменту з обладнанням і інших заданих обмежень на вибір.

- різноманітні прикладні модулі дозволяють проводити розрахунок трудових і матеріальних затрат, режимів різання та ін..

- усі додатки отримують технологічні дані з системи ВЕРТИКАЛЬ, а довідкові дані з УТД і корпоративних довідників.

Однією з основних проблем неможливості руху вперед в усіх сучасних САПР ТП, у напрямку автоматизації, є прив'язування до стереотипів створення двовимірної моделі технічного завдання та робота з нею надалі («ВЕРТИКАЛЬ» здебільшого), деякі в свою чергу марно намагаються використати тривимірну модель («ТЕХНОПРО»), або ж скомпонувати ці речі («ADEM»).

Основним завданням нинішнього технолога є максимальне скорочення часу на проектування ТП та знаходження найбільш вигіднішого ТП. Як відомо це можливо за рахунок акумулювання знань кваліфікованих кадрів, розрахунку

Нерівномірність звукового поля по площі місць партеру

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Нерівномірність, дБ (ряди 7-12, точки 2-4, центральний партер)	6	5	8	6	1	6	3	7.5
Нерівномірність, дБ (ряди 7-12, точки 6-8, боковий партер)	6	2	6	8	5	6	6	8

Для візуалізації проілюструємо розподіл рівнів звукового тиску (рис.3):

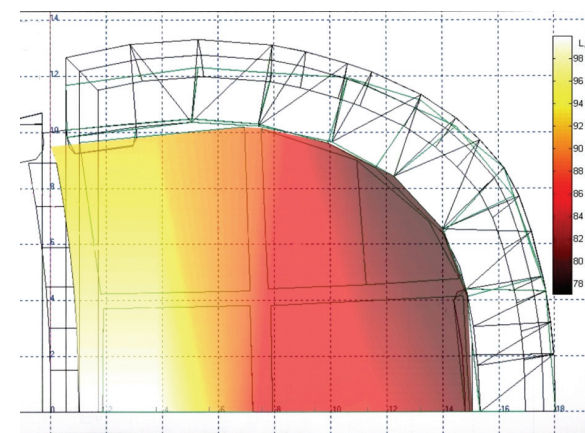


Рис.3 Розподіл рівнів звукового тиску

Експериментально встановлено, що всі глядацькі місця, які знаходяться на відстані більшій ніж 8 м від джерела звуку, повинні забезпечуватися ранніми інтенсивними фронтальними і боковими звуковими відбиттями. На відстані меншій 8 м достатньо інтенсивності прямого звуку для хорошого сприйняття програм. Ранні інтенсивні звукові відбиття з оптимальним часом запізнення покращують чутність і розбірливість мови, додають ясність звучанню музики та сприяють створенню просторового відчуття її сприйняття.

При розміщенні джерела звуку по центру авансцени ранніми відбиттями звуку охоплюється задня половина партеру з часом запізнення в центрі зали від 47 мс до 44 мс, що є близьким до оптимального. Вертикальні огороження лож виконують в основному роль розсіювальних елементів. Джерело звуку знаходиться на поздовжній осі сцени на відстані 4 м від сценічного прорізу. При та-

кому розміщенні джерела звуку центральна частина партеру не забезпечується боковими відбиттями звуку.

Структура відбиття звуку від стелі:

1) Джерело звуку знаходиться на авансцені при такому розташуванні джерела звуку фронтальні звукові відбиття надходять на всі глядацькі місця партеру, бельєтажу і ярусу. Якщо границя корисності перших інтенсивних відбиттів характеризується величиною запізнення 50 мс для музичних програм і 30 мс для драматичних, то в перші 5-6 рядів партеру надходять відбиття з часом запізнення 42 мс, а що стосується мовних – то час запізнення відбиттів значно перевищує оптимальні значення практично по всій довжині партеру.

2) Джерело звуку знаходиться в глибині сцени на відстані 4 м від сценічного прорізу. Чим глибше буде розташоване джерело звуку на сцені, тим більшою буде зона слухацьких місць в передній частині партеру, не охоплених відбиттями.

3) Джерело звуку знаходиться в оркестровій ямі. Перші відбиття звуку оркестру від стелі охоплюють усі ряди партеру, бельєтажу, і ярусу, причому час запізнення відбиттів в передній половині партеру суттєво перевищує оптимальне.

Висновки:

1) Очікувана частотна характеристика часу реверберації не знаходиться в області допустимих значень. Тому доцільне коригування часу реверберації. А саме розташування мембранних поглиначів на поверхнях від яких не потрапляють до глядачів малозапізнюючі перші відбиття;

2) Однорідність звукового поля по всій площі глядацької зали не перевищує 6 дБ, що свідчить про задовільність;

3) В даному приміщенні потребує коригування структура відбиттів звуку в залі. Рекомендується встановити над порталом сцени деку, що призведе до зменшення часу запізнення відбитого звуку.

Література:

1. Дідковський В.С., Луньова С.А. Основи архітектурної і фізіологічної акустики. – К.: Аванпострим. – 2001. – 422 с.
2. Алдошина И.А., Приттс Р. Музыкальная акустика. – С.-П.: Композитор. – 2006. – 715 с.
3. Акустика: Справочник/под ред. М.А. Сапожкова. – М.: Радио и связь – 1986. – 412 с.
4. ГОСТ 24146-89 Зрительные залы. Метод измерения времени реверберации.
5. ГОСТ 17168-82 Фильтры электронные октавные и третьоктавные. Общие технические требования и методы испытания.

Впровадження такого методу дасть можливість поліпшити показники з економіки передачі та вироблення теплової енергії, збільшити безпеку і надійність функціонування теплогерела, при цьому, враховуючи, що автоматизація процесу згоряння палива веде до зменшення попадання в атмосферу токсичних викидів, то, зрозуміло, стає очевидним позитивний вплив такої методики на екологічну безпеку. [2]

Література:

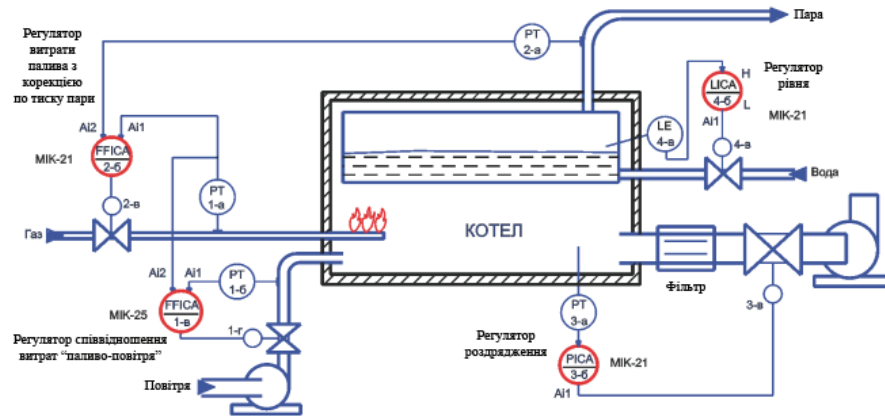
1. Олейник Е.А. Автоматическое управление технологическими параметрами газового топочного устройства: [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2012/iii/oliynyk/diss/index.htm>
2. Портал ЭнергоСовет – Энергосбережение и Энергоэффективность (энергетическая эффективность). Автоматизация процессов горения на источниках теплоты: [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.energosovet.ru/bul_stat.php?idd=10
3. Ткачев К.О. Разработка автоматической системы регулирования соотношения топливо-воздух сварочной зоны: [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-47998.html>
4. Портал ЭнергоСовет – Энергосбережение и Энергоэффективность (энергетическая эффективность). Автоматизация режимов горения (поддержание оптимального соотношения топливо-воздух): [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energosovet.ru/entech.php?idd=10>

Студ., Савенков Б.А.; к.т.н., Мельник О.О;
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Україна

АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА

Існує велика кількість програм для автоматизованої побудови технологічного процесу (ТП) на різних типах виробництва. Так як виробництва у нинішніх умовах мають дрібно – серійний характер, системи автоматизування проектних робіт (САПР), повинні мати гнучкий характер та реально допомагати у скороченні часу на проектування ТП.

Враховуючи, вище сказане та проаналізувавши ринок збуту САПР ТП впливає, що всі діючі системи не відповідають вимогам нинішніх тенденцій розвитку техніки та можливості технології. Більшість з цих систем виконують функцію більш зручного та швидкого складання технічної документації, інші мають деякі функції які дійсно вирішують технічні завдання, та лише деякі реаль-



FFICA (поз. 1-в) – регулятор співвідношення витрат «паливо-повітря» (МІК-25); FFICA (поз. 2-б) – регулятор витрати газу, який йде в котел на згоряння МІК-21; PICA (поз. 3-б) – регулятор розрідження в котлі (МІК-21); LICA (поз. 4-б) – регулятор рівня води в барабані котла (МІК-21).

Рисунок 2 – Функціональна схема водогрійного котла з АСР співвідношення «паливо-повітря»

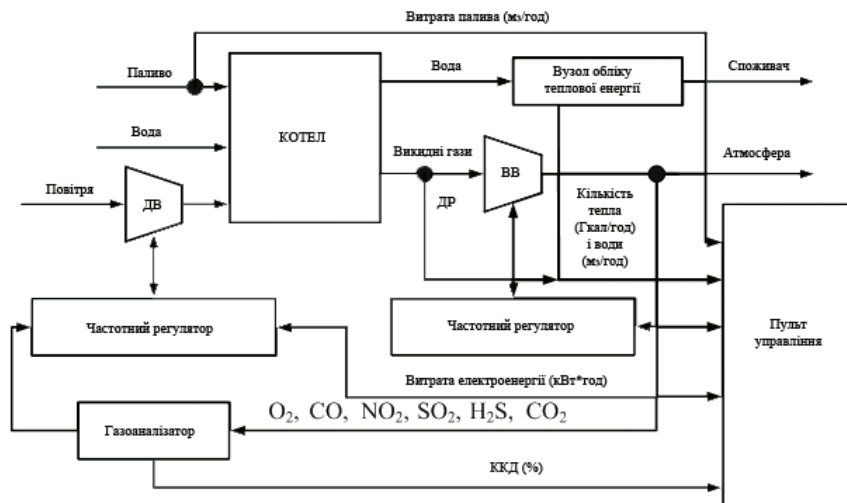


Рисунок 3 – Схема підключень водогрійного котла з АСР співвідношення «паливо-повітря»

Ст. преп. Мирзакулова Ш.А., ст. преп. Балгабекова Л.О.
Алматинский университет энергетики и связи, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАФИКА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Исследование потокового трафика стандарта MPEG (представление сигналов телевизионного изображения и звука в форме данных) на самоподобие является актуальной задачей.

Измерен трафик стандарта MPEG – всего измерено 25401 пакетов в течение пяти часов. На рисунке 1 представлен график распределения интервалов между пакетами.

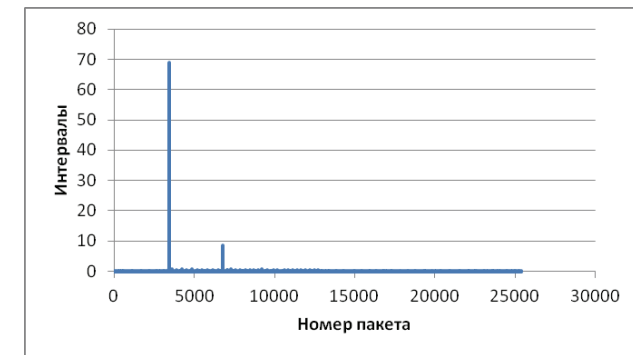


Рисунок 1 – Распределение интервалов между пакетами MPEG

Осуществим оценку степени самоподобия потокового трафика методом абсолютных моментов. При этом исходная последовательность длиной N разделяется на блоки с длиной m. Для каждого блока рассчитывается дисперсия и математическое ожидание:

$$X^{(m)}(k) = \frac{1}{m} \sum_{i=(k-1)m+1}^{km} X_i, k=1, 2, \dots, [N/m] \quad (1)$$

После этого для каждого блока находилась n-й момент.

$$AM_n^{(m)} = \frac{1}{N/m} \sum_{k=1}^{N/m} |X^{(m)}(k) - \bar{X}|^n \quad (2)$$

Далее строится график в логарифмическом масштабе зависимости средних значений (дисперсий) абсолютных моментов для последовательности от m . С помощью полученных точек построена аппроксимирующая прямая (рисунок 2) от экспериментальных данных.

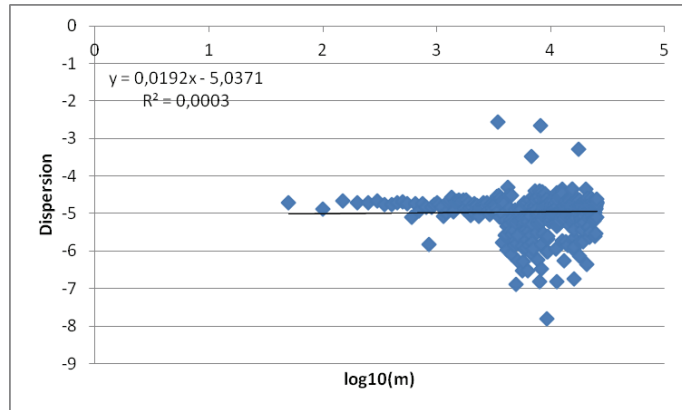


Рисунок 2 – Дисперсионно-временной график

Получившийся наклон линии равен β . С помощью β найден коэффициент самоподобности $H = 1 - \beta = 1 - 0,0192 = 0,98$.

При этом длина каждого блока равна 50, а число блоков равно 508. Этот метод исследован в программе MS Excel.

В результате исследования было выявлено, что измеренный потоковый трафик обладает свойствами самоподобия. Параметр самоподобия H равен 0,98.

Литература:

1. В.И. Нейман, Самоподобные процессы и их применение в теории телеграфа // Тр.МАС. – 1999. – №1(9). – С. 1-15.
2. Шелухин О.И., Теняшев А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. – М.: Радиотехника, 2003.- 480 с.

чення коефіцієнта надлишку повітря для сучасних котлів незначне, тому діапазон його зміни, в межах яких можливе бездимне згорання палива, досить малий. Тому співвідношення подачі повітря і палива в топку зобов'язане підтримуватися за допомогою автоматичної системи регулювання (АСР) з великою точністю, яка допоможе забезпечити максимальний ККД котла, а також мінімізацію втрат теплоти. [2]

Потрібна якість регулювання співвідношення досягається в одноконтурної АСР, структура якої наведена на рис.1.

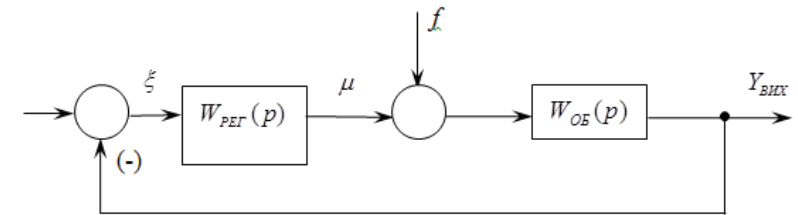


Рисунок 1 – Структурна схема АСР співвідношення «паливо-повітря»

В промислових АСР для керування об'єктами з самовирівнюванням, незалежно від їх динамічних характеристик, як правило, застосовують регулятори, які реалізують стандартний ПІ-алгоритм. Це забезпечує прийнятну якість регулювання та більшу стійкість до впливу зовнішніх збурень, ніж у випадку використання більш складних алгоритмів, особливо тих, які містять диференціальні складові. Тому для роботи АСР вибирають ПІ-регулятори, налаштування яких повинні забезпечувати мінімум середньоквадратичних відхилень при допустимому запасі стійкості. [3]

Функціональна схема водогрійного котла з регулятором співвідношення витрат «паливо-повітря» зображена на рис.2.

Схема автоматизації, представлена на рисунку, виконує такі функції:

- подачу газу, для згорання в котлі, з корекцією по тиску пари на виході;
- подачу повітря за регульованим співвідношенням до витрати газу;
- регулювання розрядження в котлі;
- регулювання рівня води в барабані котла.

Схема підключення обладнання розроблюваної автоматизованої системи управління водогрійного котла з регулятором співвідношення витрат «паливо-повітря» зображена на рис.3.

Студент Лесюк Ю.В., доц., к.т.н. Чигур І.І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ*

АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ ПАЛИВА І ПОВІТРЯ У ВОДОГРІЙНОМУ КОТЛІ

Виробництво тепла є досить важливою проблемою сучасного життя, а модернізація і покращення цього процесу завжди актуальні. На даний момент значна кількість котелень гостро потребують модернізації, оскільки більшістю процесів в них управляє людина вручну, допускаючи помилки.

Однією з основних проблем на котельнях, як в економічному, так і в екологічному питанні, є та обставина, що не регулюється співвідношення «паливо-повітря» в топках котлів. Двигуни весь час працюють на максимальній потужності, а оператор котельні для регулювання подачі повітря та відсмоктування газів, що йдуть вручну відкриває або закриває шибер. Внаслідок такої системи управління швидше зношуються двигуни, мають місце шкідливі викиди в атмосферу через брак повітря, а також знижується ККД через надлишок повітря. Ідеальне співвідношення для горіння паливо/повітря – 1/10, але реально використовують 1/8-1/7, а через ручне налаштування воно може збиватися до 1/3, що призводить до великих паливним втрат і до підвищення вмісту шкідливих газів у викидах.

Одним з найефективніших способів енергозбереження при цьому є створення автоматичної системи регулювання подачі палива і повітря в топку котла, яка дозволить оптимізувати процеси горіння палива, що дозволить підвищити економічність роботи котла і істотно знизити шкідливі викиди в атмосферу. [1]

Подачу повітря і палива в котел необхідно здійснювати в певному співвідношенні: недостатня, або, навпаки, зайва подача повітря може знизити ККД котла.

Реальна кількість повітря, яка необхідна для повного згорання кілограма палива, має бути трохи більшою, ніж теоретична, так як на практиці при спалюванні палива не весь обсяг теоретично необхідного повітря застосовується. Деяка його частина не бере участі в реакції горіння, що спричинює недостатнє перемішування палива з повітрям, а також те, що повітря не вистачає часу для того, щоб сполучитися з вуглецем, що міститься в паливі, і воно іде у вільному стані в газоходи котла, що значно збільшує втрати теплоти. Збільшення рівня надлишку повітря допомагає підвищити температуру точки роси, спричиняючи при цьому корозію поверхонь нагріву з низькими температурами, а зменшення такого коефіцієнта може привести до задимлення і підвищення забруднення поверхні нагріву.

Для конкретних умов згорання палива встановлене конкретне значення коефіцієнта надлишку повітря, яке відповідає мінімальним втратам теплоти. Зна-

Шадхін В. Ю., Овсяннікова Н. А., Рудас М. Г., Біда А. А.

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ПОЗИЦІОНУВАННЯ НА МІСЦЕВОСТІ ГЛОНАСС ТА GPS

GPS – глобальна система позиціонування, розроблялася як чисто військовий проект. Але після того, як в 1983 році потрапив в повітряний простір Радянського Союзу літак Кореїських Авіаліній з 269 пасажирами на борту був збитий через дезорієнтацію екіпажу в просторі, президент США Рональд Рейган з метою не допустити в майбутньому подібні трагедії дозволив часткове використання системи навігації для цивільних цілей. Щоб уникнути застосування системи для військових потреб точність була зменшена спеціальним алгоритмом.

Потім з'явилася інформація про те, що деякі компанії розшифрували алгоритм зменшення точності на частоті L1 і з успіхом компенсують цю складову помилки. У 2000 р. це зменшення точності скасував своїм указом президент США Білл Клінтон.

Сьогодні GPS широко використовуються в цивільних цілях. GPS-приймачі продають в багатьох магазинах, що торгують електронікою, їх вбудовують в мобільні телефони, смартфони та КПК. Споживачам також пропонуються різні пристрої та програмні продукти, що дозволяють бачити своє місцезнаходження на електронній карті; мають можливість прокладати маршрути з урахуванням дорожніх знаків, дозволених поворотів і навіть пробок; шукати на карті конкретні будинки і вулиці, пам'ятки, кафе, лікарні, автозаправки та інші об'єкти інфраструктури[4].

Розвиток супутникової навігації

Загальний напрямок модернізації обох супутникових систем GPS і ГЛОНАСС пов'язано з підвищенням точності навігаційних визначень, поліпшенням сервісу, що надається користувачам, підвищенням терміну служби і надійністю бортової апаратури супутників, поліпшенням сумісності з іншими радіотехнічними системами і розвитком диференціальних підсистем. Загальний напрямок розвитку систем GPS і ГЛОНАСС збігається, але динаміка і досягнуті результати сильно відрізняються. Удосконалення системи ГЛОНАСС планується здійснювати на базі супутників нового покоління «ГЛОНАСС-М». Цей супутник володіє збільшеним ресурсом служби і випромінює навігаційний сигнал в діапазоні L2 для цивільних застосувань. Аналогічне рішення було прийнято в США, де 5 січня 1999 оголошено про виділення 400 млн. дол на модернізацію системи GPS, пов'язану з передачею C / A-коду на частоті L2 (1222,7 МГц) і введенням третьої несучої L3 (1176, 45 МГц) на КА, які були запущені з 2005 року. Сигнал на частоті L2 намічено використати для цивільних потреб, не

пов'язаних безпосередньо з небезпекою для життя людей. Третій цивільний сигнал на частоті L3 вирішено використовувати для потреб цивільної авіації[2].

Супутники системи ГЛОНАСС

Супутник ГЛОНАСС конструктивно складається з циліндричного гермоконтейнера з приладовим блоком, рами антенно-фідерних пристроїв, приладів системи орієнтації, панелей сонячних батарей з приводами, блоку рухової установки і жалюзі системи терморегулювання з приводами. На супутнику також встановлені оптичні кутові відбивачі, призначені для калібрування радіосигналів вимірювальної системи за допомогою вимірювань дальності до супутника в оптичному діапазоні, а також для уточнення геодинамічних параметрів моделі руху супутника. Конструктивно кутові відбивачі формуються у вигляді блоку, постійно відслідковує напрямок на центр Землі. Площа углових відбивачів-0, 25м².

Для забезпечення надійності на супутнику встановлюються по два або по три комплекти основних бортових систем. На супутник ГЛОНАСС покладено виконання таких функцій:

- випромінювання високостабільних радіонавігаційних сигналів;
- прийом, зберігання і передача цифрової навігаційної інформації;
- формування, оцифровка і передача сигналів точного часу;
- ретрансляція або випромінювання сигналів для проведення траєкторних вимірювань для контролю орбіти і визначення поправок до бортової шкалою часу;
- прийом і обробка разових команд;
- прийом, запам'ятовування та виконання тимчасових програм керування режимами функціонування супутника на орбіті;
- формування телеметричної інформації про стан бортової апаратури і передача її для обробки та аналізу наземних комплексів управління;
- прийом і виконання кодів / команд корекції і фаування бортової шкали часу;
- формування та передача «ознаки несправності» при виході важливих контрольованих параметрів за межі норми[1].

Супутники системи ГЛОНАСС безперервно випромінюють навігаційні сигнали двох типів: навігаційний сигнал стандартної точності (СТ) в діапазоні L1 (1,6 ГГц) і навігаційний сигнал високої точності (ВТ) в діапазонах L1 і L2 (1,2 ГГц). Інформація, яку надає навігаційним сигналом СТ, доступна всім споживачам на постійній і глобальній основі і забезпечує, при використанні приймачів ГЛОНАСС можливість визначення:

- горизонтальних координат з точністю 50-70 м (ймовірність 99,7%);
- вертикальних координат з точністю 70 м (ймовірність 99,7%);
- складових вектора швидкості з точністю 15 см / с (ймовірність 99,7%);
- точного часу з точністю 0,7 мкс (ймовірність 99,7%).

Радіосигнали системи GPS

В системі GPS використовується кодове розділення сигналів (CDMA), тому всі супутники випромінюють сигнали з однаковою частотою. Кожен супутник системи GPS випромінює два фазоманіпульованих сигнали Частота першо-

• просматривает все виды услуг;

• выбирает нужную им услугу.

Класс «администратор» решает следующие задачи:

• редактирование контента в системе. Администратор осуществляет ввод контента, его редактирование и удаление;

• редактирование информации о сотрудниках. Администратор осуществляет редактирование информации о сотруднике, в случае если данные о сотруднике изменились;

• редактирование информации об услугах. Администратор осуществляет редактирование информации об услугах, в случае если появились новые услуги.

Для того чтобы web-приложение корректно работало, необходимо учесть все требования классов пользователей, учитывая их задачи в этой системе.

Требования для класса «пользователь»:

• просмотр информации о сотрудниках;

• просмотр услуг предприятия;

• просмотр существующих материалов, фурнитуры, оборудования и готовой продукции на предприятии;

• просмотр истории возникновения предприятия.

Требования для класса «гость»:

• просмотр всех видов услуг;

• заказ определенной услуги.

Требования для класса «администратор»:

• редактирование информации о сотруднике;

• удаление сотрудника;

• добавление нового сотрудника;

• просмотр всех услуг;

• редактирование информации об услугах;

• редактирование контента.

Web-приложение существенно упростит работу с поиском нужной информации. Во-первых, в базе данных будет содержаться перечень товаров, имеющих на складе, их минимальное количество, которое должно быть всегда и количество заказанного товара. Таким образом, сотрудник фирмы может следить за тем, чтобы количество товара на складе было не меньше, чем заказано. По коду товара можно узнать заказчика, исполнителя, сумму оплаты, срок изготовления и адрес доставки.

При поступлении нового товара сотрудник без труда добавит его к уже имеющемуся. Также имеется информация о клиентах фабрики: их адрес, № телефона, фамилия и город, т.е. имеется возможность быстро найти клиента, заказывающего определенный товар, и связаться с ним по мере необходимости. Удобно будет следить за датой доставки, чтобы товары поставлялись без задержек. Имеется возможность просмотреть информацию заказов по городам для удобства доставки.

Ст. гр.ИС-10 Бондарь Е.Ю., магистр тех. наук Трапезников Е.В.,
к.ф.-м.н. Усеинов Б.М.

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,
г.Петропавловск, Республика Казахстан

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МЕБЕЛЬНОЙ ФИРМЫ «ИП МАКАРОВ»

В любой организации, как большой, так и маленькой, возникает проблема такой организации управления данными, которая обеспечила бы наиболее эффективную работу. Небольшие организации используют для этого шкафы с папками, однако крупные корпоративные предприятия используют компьютеризированные системы автоматизации, позволяющие эффективно хранить, извлекать информацию и управлять большими объемами данных. Сегодня имеется множество систем автоматизации документооборота, отличающихся как по своей архитектуре, так и по функциональным возможностям.

Целью нашей работы является проектирование web-приложения для мебельной фирмы «ИП Макаров», которое позволит получить всю необходимую информацию о предприятии, а также облегчит работу сотрудников с кругооборотом товаров.

Для достижения поставленной цели необходима решить следующие задачи:

- исследование предметной области;
- выбрать инструментарий для проектирования web-приложения;
- определить требования к web-приложению;
- построить диаграммы UML;
- спроектировать логическую структуру web-приложения;
- разработать эскиз web-приложения;
- спроектировать БД.

Разрабатываемым web-приложением будут пользоваться сотрудники предприятия, заказчики, а также администратор. Следовательно, система имеет три класса пользователей: пользователь, гость, администратор.

Рассмотрим задачи, которые будут решать данные классы, используя web-приложение.

Класс «пользователь» решает следующие задачи:

- просмотр информации о предприятии;
- просмотр всех сотрудников и услуг данного предприятия. Сотрудник предприятия может осуществлять поиск нужного ему сотрудника или нужную им услугу. Сотрудник выбирает необходимого сотрудника из всего списка. Заказчик получает список услуг и высылает сотруднику определенную услугу;

• просмотр материалов, фурнитуры, оборудования и готовой продукции на предприятии;

- просмотр истории о возникновении предприятия.

Класс «гость» решает следующие задачи:

го сигналу становить $L1 = 1575,42$ МГц, а другого – $L2 = 1227,6$ МГц. Сигнал несучої частоти $L1$ модулюється двома двійковими послідовностями, кожна з яких утворена шляхом підсумовування за модулем 2 далекомірної коду і переданих системних і навігаційних даних, формованих зі швидкістю 50 біт / с. На частоті $L1$ передаються два квадратурні компоненти, біфазний маніпулювання двійковими послідовностями[3].

Література:

1. ГЛОНАСС: принципы построения и функционирования / Под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова.. – 3-е изд., перераб. – М.: Радиотехника, 2005.
2. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. М.: Эко-Трендз, 2000.
3. Ю. А. Песков. ГЛОНАСС/GPS. – К.:2010.
4. М. Р. Богданов. Применения GPS/ГЛОНАСС. – Москва – 2012.
5. Липкин И.А. Спутниковые навигационные системы. М.: Вузовская книга, 2001.

ЗПРАСОВАНІ МАТЕРІАЛҮ ВЕ СТРОЖІРЕНСТВІ

Сошко В.А., Ляшков В.С., Симинченко И.П.
Херсонський національний технічний університет

ЭФФЕКТ АДСОРБЦИОННОГО ОБЛЕГЧЕНИЯ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

Основателем относительно новой области науки – физико-химической механики материалов П.А. Ребиндером неизменно подчеркивалось и явилось предметом всестороннего предмета изучения в ряде работ его сотрудников и последователей [1-6], что в разнообразных контактных взаимодействиях деформируемого твердого тела со средой адсорбционное (и хемосорбционное) закрепление молекул поверхностно-активных веществ на контактируемых поверхностях приводит к облегчению процессов деформации и разрушения [2]. Отмечалось, однако, что этот эффект проявляется только в той мере, в какой стерические факторы позволяют, а кинетические обеспечивают поступление среды в вершину трещины [2]

Системные исследования, проведенные в этом направлении, подтверждают плодотворность этого научного направления, и его теория находится в полном соответствии с общими термодинамическими представлениями Гиббса о понижении поверхностного натяжения вещества под влиянием адсорбции.

Вместе с тем, в некоторых случаях, например в экстремальных условиях, которые создаются в зоне разрушения металла при его механической обработке, результаты влияния поверхностно-активной среды на параметры энергетических затрат при механической обработке не всегда согласуются с предложенной моделью адсорбционного понижения прочности.

То обстоятельство, что, с одной стороны, наблюдаемые экспериментальные данные подтверждают проявление эффекта Ребиндера, как конечный результат влияния среды, а с другой стороны, общепринятая адсорбционная теория не всегда согласуется с ними, иллюстрируют следующие примеры.

Влияние среды на процессы хрупкого и пластического разрушения металла.

Хрупкое разрушение является следствием присутствия в материале субмикроскопических трещин с атомарно острыми концами, где концентрация напряжений превышает способность тела сопротивляться этим напряжениям. При этом, когда хрупкие трещины становятся нестабильными и переходят в конечную стадию разрушения – разрыв, их скорость достигает скорости звука в этой среде.

Таким образом, уже по определению самого процесса хрупкого разрушения молекулы, жидкой среды не могут участвовать в процессе разрушения из-за

- аналитический и синтетический бухгалтерский учет движения денежных средств и материальных ценностей по любым счетам;
- консолидированный и раздельный баланс по нескольким подразделениям;
- учет и переоценка основных средств, нематериальных активов, товаров, материалов, расчет амортизации ОС и НМА;
- ведение взаиморасчетов с подотчетными лицами;
- ведение суммового и количественно-суммового учета, балансовых и забалансовых счетов;
- параллельное ведение нескольких касс и расчетных счетов в рублях и валюте, расчет курсовой и суммовой разницы;
- учет кассовых операций, ведение кассовой книги, автоматический экспорт данных в Главную книгу;
- возможность просмотра реестра проводок документов-оснований;
- автоматический пересчет Главной книги и остатков с оборотами по счетам;
- возможность ввода, корректировки документов и проводок за любой отчетный период [2].

Несмотря на некоторые сложности в настройке этих программ под специальные нужды предприятия, их установка себя оправдывает следующим преимуществом предоставляемым ими:

- значительному снижению количества математических ошибок в бухгалтерском учете;
- автоматическому составлению трудоемких форм ежеквартальных отчетностей;
- автоматический контроль за правильностью и санкционированностью выписки документов;
- автоматическое ведение всех форм журналов и книг;
- автоматическое составление операций и проводок по данным хозяйственной деятельности и первичным документам;
- значительная экономия временных затрат на осуществление бухгалтерского учета [2].

Также хочется отметить, что особенно велики возможности настройки программы «1С: Бухгалтерия», прежде всего в силу того, что велико количество обученных этому людей. С большей уверенностью, можно смело сказать, что данная программа угодит практически любому требовательному пользователю.

Литература:

1. Ивлиев М.К., Порошина Л.А. Автоматизация оперативного и бухгалтерского учета товаров/Учебное пособие. М.: МУПК, 1997.
2. Информационные системы бухгалтерского учета: Учебник / Под ред. В.И.Подольского М.: Аудит, ЮНИТИ, 1998.

Студент гр. ИС-10 Славный А.Ю., преподаватель Гуляева А.Л.
 Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,
 г.Петропавловск, Республика Казахстан

АВТОМАТИЗАЦИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА НА ПЛАТФОРМЕ «1С БУХГАЛТЕРИЯ 8.1»

В настоящее время ведение бухгалтерского учета малоэффективно без компьютерной обработки данных. Сейчас на рынке существует множество бухгалтерских программ, удовлетворяющие самые разные требования к ним. Особенно сложным является правильно выбрать программу для своего предприятия. Механизация бухгалтерского учета способствует уменьшению трудоемкости учета, но не позволяет в полной мере сделать его оперативным, сократить сроки на остальные отчетности. Наиболее полно эти вопросы решаются в условиях автоматизации всего комплекса учетных работ. Особое значение придается разработке пакетов прикладных программ, реализующих автоматизированное решение всех типовых задач бухгалтерского учета. Разработаны типовые проекты комплексной автоматизации бухгалтерского учета с применением различных типов ЭВМ для промышленности, сельского хозяйства, централизованных бухгалтерий, учреждений, находящихся на государственном бюджете, и других организаций. В настоящее время автоматизация бухгалтерского учета с помощью персонального компьютера не является сложной задачей ни для разработчика, ни для пользователя бухгалтерских программ. Сегодняшняя простота решения компьютеризации бухгалтерского учета достигнута сложным путем: от компьютеризации отдельных участков учетной работы до установления связанных баз данных для сведения баланса предприятия. Освоение бухгалтерами компьютеров на уровне не только пользователя, но и программирования (а сегодня это уже квалификационное требование) позволило кардинально пересмотреть стратегию бухгалтерских программ. Как оказалось, эффективнее иметь единую структуру базы данных для всех участков бухгалтерского учета. Таким образом, в реальном масштабе времени попутно решается проблема составления баланса предприятия на каждый момент. Оформления первичных документов – внесения содержания и суммы хозяйственной операции в единую базу данных предприятия. Сетевые версии бухгалтерского учета решили проблему зависимости работы участков от времени доступа к единой базе [1].

В настоящее время, проблема автоматизации бухгалтерского учета решена с помощью платформы «1С Бухгалтерия 8.1». Основными возможностями автоматизированной обработки данных в данной среде являются:

- отражение хозяйственной деятельности организации в виде бухгалтерских проводок с возможностью ведения аналитического учета;
- ведение учета от первичных документов с возможностью использования типовых операций;

стерического фактора в первом случае, а во втором из-за стерического и кинетического.

Хрупкое разрушение и разрыв являются предельными формами разрушения. Между ними лежит пластическое разрушение, определяемое как разделение тела в присутствии некоторой пластической деформации. Оно происходит путем раскрытия и слияния пор, возникающих у включений или других неоднородностей, путем роста тонких трещин, путем деформационного разрушения и образования интенсивных полос скольжения путем роста пор, возникающих от дислокаций или их пересечений.

Все эти процессы, вызывающие пластическое разрушение тела происходят в его объеме и из-за стерического фактора молекулы среды не могут проникнуть в эту область и взаимодействовать с кристаллическими несовершенствами материала: дислокациями, границами зерен и фаз, вытянутыми частицами второй фазы. По той же причине эти несовершенства не могут быть путями проникновения среды в объем деформируемого тела.

Таким образом, с одной стороны, экспериментальные результаты и опыт применения поверхностно-активных сред в промышленных технологиях разрушения и диспергирования твердых тел свидетельствуют об их эффективности, а с другой общепринятая модель механизма влияния среды не позволяет объяснить наблюдаемые эффекты.

Особенно ярко эти противоречия наблюдаются при обработке металлов резанием и давлением.

Влияние среды на не механическую обработку металла.

При механической обработке скорость резания достигает огромных значений, иногда несколько метров в секунду, и при этом время воздействия на металл режущего инструмента, а значит и среды составляют всего $10^3 - 10^6 \text{ с}^{-1}$. При штамповке время соприкосновения пуансона с деформируемым металлом составляет всего $10^3 - 10^5 \text{ с}^{-1}$. При этом высокие скорости деформирования сочетаются с большими контактными давлениями на поверхность обрабатываемого металла (более 200 кгс/мм^2), специфическими условиями нагружения, высокими температурами, градиентом напряжений и деформаций в зоне обработки. При таких условиях влияние поверхностно-активной среды, согласно адсорбционной теории, должно быть минимальным, или вообще отсутствовать (из-за кинетического и стерического факторов). На самом деле, во многих случаях эффективность среды, наоборот, достигает максимального значения [6].

Влияние среды на поверхностную энергию.

Авторы и сторонники адсорбционной теории связывают изменение прочностных свойств деформирующего металла под влиянием среды с изменением его поверхностной энергии в результате обратимой адсорбции среды на образующихся новых поверхностях и компенсации сил разорвавшихся межатомных связей.

Рассмотрим ситуацию в которой осуществляется взаимодействие непрерывно образующейся новой поверхности металла в процессе его деформирования с молекулами, содержащимися в поверхностно-активной среде.

Сразу отметим, что любое суждение о прочности твердого тела будет нереальным, если оно не учитывает реакции материала на присутствие концентраторов напряжения, подобных острым трещинам с межатомным размером на ее кончике [7,8].

Существует бесчисленное множество вариантов разрушения металла в кончике трещины. Атомы могут просто оттягиваться друг от друга, как при чисто хрупком разрушении. Они могут соскальзывать один по другому, как в различных случаях пластического разрушения. В поликристаллах трещина может сначала переходить из одного зерна в другое, распространяясь в каждом вдоль определенных плоскостей, либо огибать зерна и идти по их границам, либо распространяться каким-нибудь более сложным образом, вызывая на части пути пластические деформации, а другие участки материала разделяя хрупко. В двухфазных материалах трещина может распространяться хрупко в одной фазе и вызывать текучесть, либо обходить одну из них, либо, наконец, обе и идти по слабым границам раздела [9].

Это только некоторые из возможных видов разрушения металла, но все они происходят либо на поверхности кончика трещины, либо за ним, в некотором объеме материала.

Для того, что бы молекулы среды могли оказывать влияние на прочность материала, они должны вмешиваться в процесс разрушения, т.е. находиться в очаге разрушения. Для этого они должны мигрировать по берегам трещины к ее вершине, размеры которой определяются межатомным расстоянием и деформировать в объем металла у вершины трещины. И в первом, и во втором случае такие процессы невозможны из-за стерических препятствий.

Кроме того следует отметить, что даже если допустить, возможность молекулы среды каким-то путем достигнуть вершины трещины, то в этом случае их контакт с деформируемым материалом не может вызывать заметные изменения прочности. Поскольку тепловой эффект процесса физической (обратной) адсорбции любой жидкости на стали невелик и обычно не превышает 2 – 4 ккал/моль, что свидетельствует о малой прочности связи молекул среды с металлом [10, 11].

Даже вследствие физической адсорбции водорода, химического элемента наиболее сильно влияющего на прочность стали, поверхностная энергия металла уменьшается всего на 900 эрг/см², что составляет весьма малую величину фактических энергетических затрат при разрушении ($2 \cdot 10^5$ эрг/см²).

Таким образом, с одной стороны, имеется обширный экспериментальный материал, убедительно показывающий проявление эффекта Ребиндера, а с другой стороны, предположенный механизм этого явления не всегда согласуется с этими результатами исследований, а также с данными практического приме-

Термін окупності системи

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_e}{\sum_{t=1}^{T_{\text{ок}}} E_{p_t} \cdot \left(\frac{1}{(1 + \alpha)^t} \right)}, \quad (14)$$

де α – коефіцієнт приведення до розрахункового року.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отже розроблено методику оцінки економічного ефекту від використання сучасних систем автоматизації шахт та їх об'єктів і підрозділів. В подальшому необхідно досліджувати конкретні шахти та уточнювати джерела ефекту.

Література

1. Курносое В. Г. Научные основы автоматизации в угольной промышленности: опыт и перспективы развития: монография / В. Г. Курносое, В. И. Силаев // Международный институт независимых педагогических исследований МИНПИ-ЮНЕСКО, ОАО «Автоматормаш им. В. А. Антипова». – Донецк: Вебер (Донецкое отделение), 2009. – 422 с.
2. Унифицированная телекоммуникационная автоматизированная система. Проспект ГП «Петровский завод угольного машиностроения».
3. Котлярский А. И. Система мониторинга работы добычного участка / А. И. Котлярский, В. И. Ревякин, Е. А. Жмакин, В. А. Гайдебур // Уголь. – 2009. – №5. – С. 20-23.
4. Курносое В. Г. Автоматизированный диспетчерский пункт шахты / В. Г. Курносое, В. В. Синенко, А. А. Винарик и др. // Уголь Украины, 2012. – №7. – С. 32-38.
5. Силаев В. И. Современные системы автоматизации шахт и многокритериальная оптимизация их деятельности. Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників-2011». – Дніпропетровськ: Нац. гірничий університет, 2011. – С. 81-90.
6. Автоматизированные системы управления технологическими процессами горных предприятий. Проспект ООО «Инпромтех».
7. Поважний С. Ф. Ефективність використання систем моніторингу та управління шахтами на базі інформаційних технологій / С. Ф. Поважний, В. І. Сілаєв // 36. наук. праць ДонДУУ «Управління економічним розвитком промислових підприємств». – «Серія «Економіка», т. XI, вип. 149. – Донецьк: ДонДУУ, 2010. – С. 3-10.
8. Силаев В. И. Обеспечение информационной безопасности функционирования шахтных автоматизированных систем // Материали за VII міжнародна наука практична конференція «Будешого впроки от света на науката-2011». 17-25.12.11. – Том 28. Съвременни технологии на информации. – София: Бял Град-БТ 00Д, 2011. – С. 51-58.

Приріст чистого прибутку на 1 т вугілля

$$\Delta \text{ЧП}_p = (C_6 - C_n) (1 - H_{\text{ппр}}) \text{ грн./т}, \quad (10)$$

де $H_{\text{ппр}}$ – норма податку на прибуток, частка одиниці.

Визначення сумарного очікуваного ефекту від аварії, нещасного випадку на рік з врахуванням вірогідності їх появи та ефективності устаткування, що використовується

$$Y = \sum_{s=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot p_i \cdot k_i, \quad (11)$$

де y_i – очікуваний збиток від аварій та нещасного випадку від небезпечного виробничого фактору, тис. грн./рік;

P_i – середній збиток від аварій, нещасних випадків за i -м фактором, тис. грн.;

p_i – вірогідність виникнення аварії, нещасного випадку за i -м фактором;

k_i – коефіцієнт ефективності устаткування, що впроваджується для попередження аварій, нещасних випадків (при відсутності даних приймається рівним 0,5).

Вірогідність виникнення однієї аварії, нещасного випадку за i -м фактором за рік

$$P_i = \frac{m_i}{N}, \quad (12)$$

де m_i – кількість аварій, нещасних випадків на шахтах України за рік;

N – кількість шахт в Україні.

Оцінка сумарного збитку від можливих втрат трудового потенціалу внаслідок аварій і травматизму на рік

$$R = \sum_{s=1}^n k_p \cdot p_i \cdot c_i, \quad (13)$$

де k_p – середня кількість постраждалих за i -м фактором;

c_i – збиток від втрати одного робітника внаслідок аварії або травматизму за i -м фактором.

Дані про аварії у вугільній промисловості України з 2000-2006 рр.: виробничий травматизм за 1990-2008 рр. на шахтах Донецької області наведені в [7].

ния поверхностно-активных сред в качестве разнообразных технологических средств. По этим же причинам нельзя объяснить многократное снижение энергетических затрат на процесс резания стали в поверхностно-активной среде если в неё добавить полимер, вещество не изменяющее адсорбционную активность среды. Кстати сказать, согласно адсорбционной теории, с повышением скорости резания в такой среде эффект от её влияния должен снижаться, а на самом деле, он значительно увеличивается.

Здесь следует также отметить, что связывать наблюдаемый эффект влияния среды на прочность твердого тела с её адсорбцией (физической или химической) и снижением, как следствие этого, поверхностной энергии на вновь образующихся поверхностях разрушаемого материала нет оснований т.к. такая поверхность уже оказывает сопротивление к процессу разрушения.

Сложность процессов, протекающих в результате взаимодействия поверхностно-активной среды с деформируемым твердым телом, по-видимому, обусловило выдвижение ряда гипотез, объясняющие эти процессы [12-14]. Вместе с тем, во многих случаях предлагаемые на микроуровне механизмы влияния среды, не всегда согласуются с данными, проявляемые на макроуровне.

Вероятно, некоторые спорные положения в объяснении влияния среды на прочность [12-15] вызваны протеканием сложных, трудно регистрируемых процессов и разнообразных явлений происходящих при деформации и разрушении. К этому, отметим также, что рассматриваемая проблема лежит на границе различных областей науки, которые, как правило, изучают только одну сторону процесса и не рассматривают совокупность одновременно действующих факторов, влияющих на его протекание. По этим причинам достижения в смежных научных областях не всегда можно в полной мере использовать при рассмотрении данной проблемы.

Таким образом, можно констатировать, что несмотря на большое количество исследований, выполненных отечественными и зарубежными учеными, единой всеобъемлющей теории действия СОТС при механической обработке металлов резанием и давлением пока нет.

Поэтому, для уточнения механизма физико-химических процессов, протекающих при деформации и разрушении твердого тела, учитывающего влияние на эти процессы совокупность одновременно действующих различных факторов – механических, состава и структуры исследуемого твердого тела, уровня температур и состава окружающей среды, необходимы дальнейшие исследования и апробация их результатов в промышленности.

В данной работе сделана попытка хотя бы качественно увязать фактические данные о влиянии жидкой среды на прочность деформируемого твердого тела, наблюдаемые на макроуровне, с реальными процессами и явлениями, протекающими при этом на микроуровне.

Для этого рассмотрим наиболее сложную ситуацию, которая складывается в локальной области металла, где сконцентрированы максимальные напряже-

ния и исключительно сложные по своей многоплановости и экстремальности условия протекания процесса, каковым является процесс резания металла при непрерывном поливе жидкости с эмульгированным в ней компонент.

Известно [16,17], что в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого металла, параметров и способа его механической обработки, угла заточки режущего инструмента, вида СОТС на работу пластической деформации затрачивается до 90% суммарной работы. Все остальные энергетические затраты на резание (работа, затрачиваемая на трение, упругую деформацию, образование и рост трещин) составляют только незначительную её часть. Отсюда следует, что для радикального снижения энергетических затрат на процесс резания необходимо искать пути внешнего воздействия на процесс пластической деформации металла. Это означает, что решить такую задачу путём увеличения адсорбционной активности СОТС не предоставляется возможным.

В поисках решения этой задачи была предположена модель влияния обратной адсорбции на прочность твердого тела, которая предполагает многостадийное превращение поверхностно-активной на каталитически активных поверхностях, образующихся при разрушении металла, среды в химически активную.

В рамках этой работы [6] исследования были сконцентрированы главным образом на возможности применения водорода в качестве технологической среды в процессах механической обработки металла.

Известно, что среди всех химических элементов водород, введенный в металл, может наиболее радикально изменить различные его свойства и, в первую очередь механические. Растворяясь во многих металлах водород, вызывает расширение решетки металла. Каждый внедренный примесной атом водорода вызывает смещение атомов металла из их равновесных положений [18], и возникающие напряжения кристаллической решетки приводит к целому ряду изменений физических и механических свойств. Кроме этого необходимо принимать во внимание не только эффект, который дает водород сам по себе, но и возможность образования новой структуры, а также изменения, вызванные трансформацией самой кристаллической решетки.

В Японии предпринимались попытки применять газообразный водород в молекулярном состоянии в зоне резания. Хотя первые результаты были обнадеживающие, однако промышленного применения такой способ не получил из-за высокой пожаро-взрывоопасности газообразного водорода [19,20].

В дальнейшем, в качестве «поставщика» водорода в зону резания нами был предложен полимер, который состоит из многократно повторяющихся атомов водорода и углерода [21,22].

Находясь в составе СОТС, полимер (например, полиэтилен или поливинилхлорид) на нагретых поверхностях в зоне резания подвергается термодеструкции. Дальнейшие исследования были сконцентрированы главным образом на детальном изучении состава газообразных продуктов полимерных присадок

де n_k , n_n – кількість відмов k -го виду за місяць до та після впровадження системи;

t_k , $\Delta t_{\text{пв}}$ – середній час усунення k -ої відмови до та після впровадження системи хв;

Δt_k – скорочення часу пошуку та усунення k -ої відмови, хв;

m – кількість видів відмов.

Скорочення витрат на електроенергію при зменшенні роботи на холостій ході комбайнів (на $\Delta t_{\text{ххк}}$), скребкових (на $\Delta t_{\text{ххск}}$), на стрічкових (на $\Delta t_{\text{ххлк}}$) конвеєрів, хв

$$E_{\text{ел}} = \left(\sum_{i=1}^5 P_{\text{сск}} \cdot \Delta t_{\text{ххск}} + \sum_{i=1}^I P_{\text{лск}} \cdot \Delta t_{\text{ххлк}} + P_{\text{комб}} \cdot \Delta t_{\text{ххк}} \right) \cdot 6 \cdot 60 \cdot n_{\text{рд}} \cdot n_{\text{од}} \cdot (t_{\text{лк}} - t_k) \cdot T_{\text{ел}}, \text{ грн.}, \quad (5)$$

де $P_{\text{комб}}$, $P_{\text{сск}}$ і $P_{\text{лск}}$ – відповідно сумарна потужність холостої ходи комбайна, скребкових і стрічкових конвеєрів дільниці, кВт;

$T_{\text{ел}}$ – тариф за електроенергію, грн./кВт за год.

Зміна собівартості 1 т вугілля.

Умовно-постійні витрати до впровадження системи

$$\text{УПВ}_6 = C_6 \cdot K_{\text{упв}}, \quad (6)$$

де C_6 – собівартості 1 т вугілля, грн.;

$K_{\text{упв}}$ – частка умовно-постійних витрат, частка одиниці.

Зміна витрати

$$P_p Z_6 = C_6 \cdot (1 - K_{\text{упв}}). \quad (7)$$

Після впровадження системи загальні умовно-постійні витрати зростуть на величину її амортизації $A_{\text{мс}}$ та зменшаться на величину скорочення витрат на амортизацію

$$\text{УПВ}_\Sigma = \text{УПВ}_6 \cdot Q_{\text{річ}} + A_{\text{мс}} - E_{\text{л}} = \text{УПВ}_6 \cdot Q_{\text{річ}} + \Pi_c \cdot \text{НА}_c - E_{\text{л}}, \quad (8)$$

де Π_c – вартість системи, грн.;

НА_c – норма амортизації системи.

Тоді собівартості 1 т вугілля після впровадження системи становить

$$C_n = \frac{\text{УПВ}_\Sigma}{Q_{\text{доб}} \cdot n_{\text{рд}} + Q_{\text{дод1}} + Q_{\text{дод2}} + Q_{\text{від}}} + P_p Z_6, \text{ грн./т.} \quad (9)$$

де Q_6 – обсяг видобутку до впровадження системи, т/рік;
 $Q_{\text{дол1}}, Q_{\text{дол2}}$ – відповідно приріст обсягу видобутку вугілля за рахунок скорочення перезміни та тривалості робіт на сполученнях, т/рік;
 $Q_{\text{від}}$ – приріст обсягу видобутку вугілля за рахунок скорочення кількості відмов устаткування та апаратури та зниження часу пошуку і усунення відмов, т/рік;
 кмв_c – середньозважений коефіцієнт машинного часу;
 $\Delta\text{ЧП}_p$ – приріст чистого прибутку на 1 т вугілля, грн./т;
 $E_{\text{ел}}$ – скорочення витрат на електроенергію при зниженні часу роботи комбайнів і конвеєрів на холостій ході, грн.
 Y – економія від скорочення сумарного очікуваного збитку від аварій і нещасних випадків, грн.;
 R – економія від скорочення сумарного збитку від втрати трудового потенціалу шахти в результаті аварій і травматизму.

Окремі складові економічного ефекту можна визначити, користуючись формулами.

Приріст обсягу видобутку вугілля на рік при скороченні однієї перезміни на Δt_k хв та тривалості зміни 6 год. становить

$$Q_{\text{дол1}} = \frac{Q_{\text{добб}}}{6 \cdot 60 \cdot n_{\text{зв}}} \cdot \Delta t_{\text{п}} \cdot n_{\text{рд}} \cdot n_{\text{зв}} = Q_{\text{доб}} \cdot \Delta t_{\text{п}} \cdot n_{\text{рд}}, \text{ т/рік}, \quad (2)$$

де $Q_{\text{добб}}$ – добовий видобуток вугілля, т;
 $n_{\text{рд}}$ – кількість робочих днів на рік;
 $n_{\text{зв}}$ – кількість змін з видобутку вугілля на добу.

Приріст обсягу видобутку вугілля на рік при скороченні тривалості робіт на сполученнях $\Delta t_{\text{сп}}$ хв

$$Q_{\text{дол2}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{6 \cdot 60 \cdot n_{\text{зв}}} \cdot n_{\text{см}} \cdot (\Delta t_{\text{сн}} - \Delta t_{\text{св}}) \cdot n_{\text{рд}}, \text{ т/рік}, \quad (3)$$

де $n_{\text{см}}$ – кількість смужок вугілля, що знімаються комбайном на добу;
 $\Delta t_{\text{сн}}, \Delta t_{\text{св}}$ – скорочення тривалості робіт відповідно на нижньому та верхньому сполученнях, хв.

Приріст обсягу видобутку вугілля за рахунок скорочення кількості відмов устаткування та системи – зменшення часу пошуку та усунення відмов на Δt_k хв

$$Q_{\text{від}} = Q_{\text{доб}} \cdot \frac{1}{6 \cdot 60 \cdot n_{\text{зв}}} \cdot \sum_{k=1}^m (n_k \cdot t_k + n_{\text{н}_y} \cdot \Delta t_{\text{нв}}) \cdot 12, \text{ т/рік}, \quad (4)$$

в СОТС і модельних соединений и выявлены влияния тех или иных компонентов газовых смесей на процесс резания металла.

Первые опыты, проведенные в этом направлении, показали, что при пиролизе полимерной составляющей СОТС образуется углерод и водород в атомарной и другой активной форме (H^+ , H и радикальные фрагменты макроцепи полимера) [6]. В дальнейшем была выдвинута гипотеза о перманентной карбонизации режущей кромки инструмента, наводороживание металла в области максимальной концентрации напряжений и активном участии водорода в процессе деформации и разрушения металла [6]. Эта активность проявляется в радикальном снижении энергозатрат на процесс резания, значительном повышении стойкости режущего инструмента, улучшении качества обработанной поверхности [23].

Следовательно, механизм снижения прочности под влиянием обратимой адсорбции среды является значительно сложнее и адсорбция молекул среды на деформируемом твердом теле является только первым актом в многостадийном процессе ее химических преобразований, на последней стадии, которой образуется водород в активных формах (H^+ , H и H_2).

Было установлено также, что при резании в поверхностно-активных средах в снимаемом и в приповерхностном слое обработанного металла, а также в образцах стали после их статического деформирования в поверхностно-активных средах даже без добавки полимера всегда присутствует водород (добавление в состав поверхностно-активной среды увеличивает концентрацию водорода, более, чем на порядок) [6].

Таким образом, полученные данные дают основание заключить, что решающая роль в снижении прочности металла в процессе его деформирования в поверхностно-активной среде принадлежит не адсорбционному взаимодействию молекул среды с атомами твердого тела, а водороду, который образуется в результате химических реакций молекул среды, содержащих водород.

Литература

1. Ребиндер П.А. Изд. ОМОН АН СССР. Сер. Хим., 1936, №5, с.639.
2. Лихтман В.И., Щукин Е.Д., Ребиндер П.А., физико-химическая механика материалов, изд. АН СССР, 1962, с. 303.
3. Горюнов Ю.В. Эффект Ребиндера, Изд. Наука, М., 1966, с. 171.
4. Карпенко Г.В., Крипкевич Р.И., Влияние водорода на свойства стали, М., Металлург-издат, 1962. –с. 51.
5. Тетерский В.А., Сошко А.И. //сб. Влияние рабочих сред на свойства металлов.- К.: изд. Наук. Думка, 1964. –с 51.
6. Сошко А.И., Сошко В.А. Смазочно-охлаждающие технологические средства в механической обработке металлов, изд. Олди плюс, Херсон, 2008, ч.1, с. 388
7. Финкель В.М. Физика разрушения, изд. Металлургия, М., 1970, с.343.
8. Stepanov A.W. Z. Phys., 1934, Bd 92, Niundz, s. 42.

9. Механические свойства новых материалов. Сб. под ред. Г.Н. Баренблат-та, Изд. Мир, М., 1966. -254 с.
10. Emmet P., Harckness B. Journ. Amer. Chem. Soc, 1935. -57p.
11. Галакбинова Н.А. Водород в металлах, Изд. «Металлургия», М., 1967, - 297 с.
12. Треннел Е.М. Хемосорбция. М., ИЛ., 1958, -217 с.
13. Басоло Ф., Джонсон Р., Химия координационных соединений, М., «Мир», 1966, -197 с.
14. Rogers H.C., Acta Metallurg, 1956, 4, № 2, -117 p.
15. Кариенко Т.В., Ткачев В.И., Литвин А.К., ДАН СССР, 1974, 214, №1.
16. Зорев Н.И., Фетисова З.М. Обработка резанием тугоплавких сплавов. – М., -1966, -77с.
17. Ломадзе Г.Н. сб. Трение и износ при резании металлов, М., Маличиз, 1955, -120 с.
18. Водород в металлах под ред. Г. Алефельда и Н. Фёлькия М., изд. Мир, 1, 1981, -475 с.
19. Proc. 19th Gap. Congr. Mater. Res, Kyoto, 1976. -101 p/
20. Hori S., Kishi K., Kato H., Jim S -43,1968, -352 p/
21. А.С. 582268 (СССР) Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлов/ Сошко А.И., от 8.07.1977.
22. А.С. 1641873 (СССР) Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлов резанием/ Сошко А.И., от 15.12.1990
23. Справочник, Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием / под ред. Энтелеса С.Г., М., Машиностроение 1986, -352 с.
24. Блат Т.Ф. Физика электронной проводимости твердых тел: пер. с англ. М.: Мир, 1971, -470 с.

Изымов А.И., Гончаров О.В., Лысенко А.Ф., Муравлев А.И.
Донской государственный технический университет, Россия

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ИЗДЕЛИЯ С ПОМОЩЬЮ СОВОКУПНОСТИ СОСТАВЛЯЮЩИХ СУММАРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ

Для достижения требуемого качества изделия, необходимо оценить влияние различных составляющих погрешностей технологической системы при обработке на конкретном станке-индивидууме. В настоящее время, в связи с возможностью применения в станках интеллектуальных систем управления, за контроль наследуемых и оперативных погрешностей в процессе обработки от-

– недопущення прискорення зносу обладнання внаслідок експлуатації його у режимі перенавантаження;

– попередження небезпечних виробничих факторів – вибухів, спалаху газу і пилу, газодинамічних явищ, пожеж, обвалів та порушень породи та вугілля, аварій устаткування, падіння людей.

На етапі розробки системи ефект від усіх перерахованих джерел визначити неможливо, внаслідок відсутності необхідної інформації зокрема про прості організаційні та з-за відмов устаткування, але можливо зробити його оцінку.

Для визначення ефекту необхідні дані про:

- режим роботи вибоїв, їх навантаження, коефіцієнт машинного часу;
- устаткування, що використовується для видобутку та транспортування вугілля з визначенням потужності його приводів та діапазонів її розподілення; ток приводів – номінальний та холостого ходу;
- ціну та собівартість вугілля;
- питомому вагу умовно-постійних витрат;
- показники відмов та час на їх усунення.

Використовуються також дані інших організацій про середні розміри збитків від небезпечних факторів та їх вірогідність.

З метою отримання узагальнюючих статистичних даних було досліджено 9 шахт [7], які мають можливість і бажання впровадити систему моніторингу/

Кількість лав на цих шахтах коливається від однієї до чотирьох.

Режим роботи повсюди – 3 зміни з видобутку і одна ремонтна.

Середньодобовий видобуток з лави – від 324 т до 2348 т.

Використовується обладнання:

- комбайни 1К101, РКУ10, КА200, УКД400, МВ-12;
- кріплення 1КД80, КД90, КДЦ, МДТ;
- скребкові конвеєри СП 251, СП 326, КСД 26в, КСД 27.

Сумарна потужність приводів скребкових конвеєрів лави та стрічкових конвеєрів дільниці становить від 355 кВт до 1245 кВт.

Коефіцієнт машинного часу – 0,25-0,68.

Час роботи на сполученнях, хв/од. – від 57 до 90.

Середня кількість відмов на місяць – 2÷90.

Середній час пошуку та усунення відмови, хв – 90-404.

Питома вага умовно-постійних витрат, % – 58,3÷77,0.

Питома вага амортизаційних відрахувань, % – 5,2÷28,0.

Середній рівень навантаження комбайну, % – 80-110.

Кількість стрічок вугілля на добу – 1-6.

Втрати часу при перезміні, хв – 15-60.

Річний економічний ефект від використання системи моніторингу становить

$$E_p = [Q_6 + (Q_{\text{дол1}} + Q_{\text{дол2}} + Q_{\text{від}}) \times \text{кмв}_c] \times \Delta \text{ЧП}_p + E_{\text{сл}} + Y + R, \quad (1)$$

наслідки, поліпшити умови праці та підвищити її безпеку, приймати оптимальні управлінські рішення в умовах невизначеності і ризику.

Отже важливою задачею є задача оцінки величини ефекту від впровадження таких систем на конкретній шахті на стадії їх створення та визначення фактичного ефекту при їх експлуатації.

Визначення результатів впровадження цих та інших систем здійснюється за договорами з Мінерговугілля, концерном «Горные машины», інжиніринговою компанією «Інпромтех», при виконанні яких необхідно встановити джерела економічного і соціального ефекту, стримуючі чинники, напрямки удосконалення систем.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Виділення невирішених питань. Питання розробки та впровадження сучасних автоматизованих систем на базі інформаційних технологій розглядаються в багатьох публікаціях.

В монографії [1] наведена концепція оптимального управління вугільною шахтою, критерії оптимального управління шахтою та її дільницею; найбільш повно описано автоматизовані системи та засоби автоматизації, їх функційні можливості та сфери застосування, обґрунтовано необхідність багатфакторного контролю стану об'єктів та прогнозу його розвитку.

Функційні можливості систем автоматизації багатьох об'єктів відображені у публікаціях [2, 6]. Тут описано існуюча широко використана система [2] та розроблювані системи, що пропонуються шахтах для використання.

Структура та результати промислових випробувань засобів автоматизованого контролю важливіших об'єктів шахт, оцінки отриманої інформації та рекомендацій щодо прийняття управлінських рішень наведені у [3, 4].

Перший варіант методики визначення економічного ефекту від використання автоматизованих систем [7] містить кілька помилок.

Теоретичні питання забезпечення оптимального управління шахтою або її об'єктами та безпечного функціонування автоматизованих систем розглянуто у [5, 8].

Але у всіх публікаціях не міститься методика визначення економічного ефекту від використання сучасних систем автоматизації.

Мета дослідження. Навести методику оцінки економічного ефекту від використання систем автоматизації шахт на базі інформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу. Обґрунтування отриманих результатів. Джерелами економічного ефекту при використанні вказаної системи і комплексу ДППШ є:

- скорочення простоїв з організаційних причин за рахунок упорядкування режиму роботи (скорочення часу на переміну і часу роботи на сполученнях лави зі штреком);
- скорочення простоїв, пов'язаних з встановлення місця і причини відмови обладнання;
- економія електроенергії за рахунок скороченні часу холостої ходи стрічкових конвеєрів;
- запобігання відмов обладнання і зниження пов'язаних з цим витрат на їх усунення, а також об'єму втраченого видобутку;

вечает такая система управления. Проведя анализ погрешностей обработки, можно сделать вывод о том, достигнуты ли требования качества изделия. В данной работе предлагается методика оценки геометрической точности детали. Подход заключается в анализе влияния совокупности погрешностей механической обработки на изделие. В статье проведен анализ совокупности составляющих погрешностей. Также приведен пример построения обработанной поверхности с учетом погрешностей и рассмотрены вопросы оценки отклонения траектории реального пути режущего инструмента.

Применение систем интеллектуального управления в металлообрабатывающих процессах связано, прежде всего, с огромным количеством типов объектов, процедур и переменных, многие из которых имеют случайный характер [1]. База знаний интеллектуальной системы управления содержит в себе сведения обо всех проводимых ранее подобных операциях металлообработки, на основе чего и формирует наиболее оптимальный метод решения поставленной задачи.

Данная работа посвящена оценке влияния погрешностей технологической системы на погрешность механической обработки. Такая оценка дает возможность достижения требуемого качества обработки, в том числе по точности размеров и геометрической формы изделия.

Моделирование позволяет проанализировать то, как именно различные источники погрешностей способствуют неточности изделия. Погрешности обработки классифицируются как наследуемые и оперативные. В то время как оперативные погрешности могут прибавляться в процессе обработки, наследуемые, в свою очередь, могут быть сведены к нулю [2].

Следовательно, необходимы модели погрешностей и их фактическое взаимодействие во время операций механической обработки. Для создания модели необходимо получить набор точек, представляющих собой геометрию образца изделия на основе геометрической формы детали (Рис. 1).

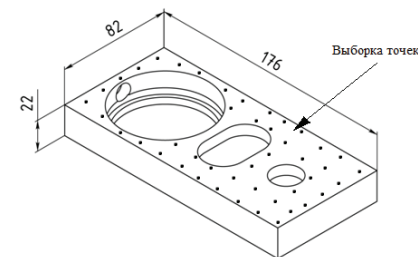


Рис. 1. Обрабатываемая деталь

После каждой операции обработки, некоторые множества точек выборки заменяются (на основе моделирования взаимодействия режущего инструмента и детали), фактически это отражает геометрические изменения в детали. Таким

образом, мы можем получить информацию о размере и форме заготовки посредством моделирования операций механической обработки. После этого размеры детали сравниваются с требованиями допуска.

Чтобы проиллюстрировать идею оценки погрешности, сложность модели погрешностей и количество составляющих погрешностей следует проагрегировать (свести частные показатели в обобщенные).

В качестве проагрегированных погрешностей рассматривается погрешность при закреплении заготовки и погрешность износа режущего инструмента. На фрезерном станке система координат станка (СКС) совпадает с системой координат XYZ. Поверхность необходимо установить в начало системы координат детали в качестве точки отсчета СКС и системы координат заготовки (СКЗ). В ситуации идеального размещения СКС и СКЗ должны совпадать, если совпадают их исходные точки. В связи с появлением погрешностей установки и погрешности размещения базовой поверхности, СКЗ расходится с СКС как $X'Y'Z'$ (Рис. 2).

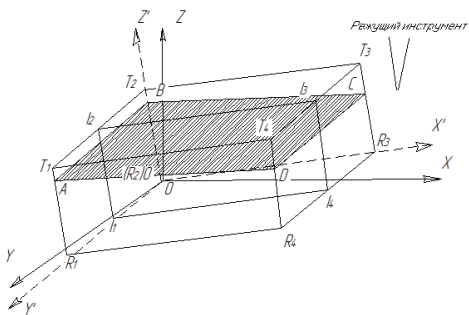


Рис. 2. Отклонения в системах координат станка и заготовки

Предположим, что верхняя поверхность призматической детали, представленная на рисунке 1, фрезеруется на глубину фрезерования t_p . Идеальное положение для обработанной плоскости описывается четырехугольником $A-B-C-D$ (Рис. 2).

В связи с погрешностями установочных деталей, неточностью приспособления, прижимной силой, СКЗ отклоняется от позиции идеального размещения, приводя к отклонению положения обработанной поверхности $A-B-C-D$. Предположим, что начало координат смещается точкой T_1 , повернутой вокруг осей X, Y, Z на углы $\theta_x, \theta_y, \theta_z$, соответственно.

Для имитации случайного отклонения (в том числе вращения и смещения) в каждой моделируемой ситуации матрицы случайных значений перемещения и вращения задаются расстояниями a, b, c в трех направлениях, и углы $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ формируются по трем осям на основе точности установки в приспособле-

Через канал 10 стиснене повітря наповняє керуючу камеру 9 і, взаємодіючи з діафрагмою 8, відкриває клапан 5. При цьому стиснене повітря виходить з камери 1, 4 і 9 в атмосферу.

З камери 9 повітря виходить через канал 10, але так як клапан 5 і шток 7 переміщуються в напрямку до робочої камери 1, то вихідний перетин каналу 10 в області сідла 11 збільшується і стиснене повітря з камери 9 виходить значно швидше. Це приводить до асиметричних коливань діафрагми 2 камери 1.

Застосування пневматичного вібраційного приводу для керування роботою пневматичного крокового двигуна дозволить суттєво підвищити надійність його роботи.

Література:

1. Промышленные роботы: конструирование и применение / Г.А. Спыну; Под ред. докт. техн. наук В.И. Костюка. – К.: Вища шк., 1985. – 176с.
2. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 376с.
3. Захарова В.І., Васильева М.П. Промислові роботи.–М.: 1998. – 328с.
4. Костюк В.И., Гавриш А.П., Ямпольский Л.С., Карлов А.Г. Промышленные роботы. Конструирование, управление, эксплуатация. Учебное пособие для студентов технических вузов. К: Вища шк., 1985. – 359 с.

Сіласєв В.І., д.т.н., професор

ПАТ «Автоматгірмаш» ім. В.А. Антипова, Україна

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ

Постановка проблеми у загальному вигляді. Зв'язок з науковими та практичними завданнями. На шахтах України впроваджуються сучасні автоматизовані системи контролю стану технологічних процесів, устаткування, внутрішньошахтного середовища та шахти в цілому, створені з використанням інформаційних технологій. Достатньо широко використовуються уніфіковані телекомунікаційні автоматизовані системи УТАС, комплекси аерогазового контролю КАГІ, почали впроваджуватися системи моніторингу роботи видобувних дільниць, системи комплексної безпеки СКБ. Ведуться розробки нових, більш вдосконалених систем управління і контролю.

Сучасні автоматизовані системи дозволяють оперативно оцінювати ситуацію на підприємстві, а найбільш розвинені і прогнозувати її розвиток, поліпшити результати господарювання, попереджати аварії та зменшувати їхні негативні

К.т.н. Урбанюк Є.А., магістр Романчук О.Д.
Хмельницький національний університет, Україна

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО КРОКОВОГО ДВИГУНА ДЛЯ ПРИВОДУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Пневматичний привод робочих органів роботів-маніпуляторів завжди займав і в даний час займає важливе місце в робототехніці. Більшість промислових роботів з цикловим програмним управлінням використовують для переміщення робочих органів пневматичні циліндри. Проте, однією із проблем промислового робота з таким приводом є надання робочому органу дискретного руху, при якому значно полегшується вирішення задач створення систем керування промисловими роботами і їх програмного забезпечення. Ця проблема вирішується застосування в приводах механізмів промислових роботів з обертальним рухом пневматичних крокових двигунів.

На основі запропонованої винаходом Л.П. Рибакі і А.П. Шовкуна конструкції (А.с. №260639, Бюл. №32, 1978) був створений пневматичний кроковий двигун з еластичними шлангами, що призначався для використання у механізмі повороту промислового робота, який згодом був удосконалений заміною комутаційного пристрою керування пневматичним вібраційним приводом.

Пневматичний вібраційний привод (рис. 1) складається з робочої камери 1 з діафрагмою 2, до якої жорстко прикріплений шток 3, що забезпечує зв'язок з робочим органом. Робоча камера 1 з'єднана з клапанною камерою 4, всередині якої розміщений клапан 5, притиснутий до сидла пружиною 6. Клапан 5 жорстко зв'язаний зі штоком 7, що закріплений у жорсткому центрі діафрагми 8 керуючої камери 9. Циліндричний канал 10, виконаний в штоку 7, закінчується конічним сидлом 11, яке контактує із конічною поверхнею штифта 12, що встановлений всередині керуючої камери з можливістю осевого переміщення. Клапанна камера 4 зв'язана з входним дроселем 13.

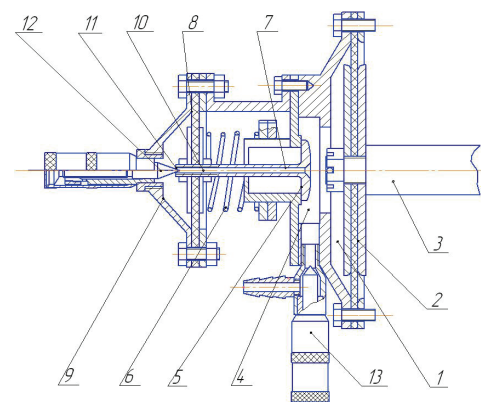


Рис. 1 – Пневматичний вібраційний привод

Привод працює в наступний спосіб: через входний дросель 13 стиснене повітря, попадаючи всередину клапанної камери 4 і в робочу камеру 1, впливає на діафрагму 2.

ние. Преобразование координат между СКС и СКЗ может быть достигнуто по следующим формулам:

$$T_t(a, b, c) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ a & b & c & 1 \end{bmatrix}, \quad T_y(\theta_y) = \begin{bmatrix} C_y & 0 & -S_y & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_y & 0 & C_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_x(\theta_x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & C_x & S_x & 0 \\ 0 & -S_x & C_x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T_z(\theta_z) = \begin{bmatrix} C_z & S_z & 0 & 0 \\ -S_z & C_z & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$C_i = \cos \theta_i; S_i = \sin \theta_i; i = x, y, z.$$

Представим износ режущего инструмента, как функцию от времени обработки t [3]:

$$W = k \cdot t,$$

где k – коэффициент, характеризующий единицу износа инструмента от времени.

Время на обработку одной детали:

$$T_p = \frac{L_p}{V_f},$$

где V_f является подачей, а L_p расстоянием перемещения инструмента.

Инструмент может обрабатывать n поверхностей перед тем, как он будет заменен, вследствие износа до максимального допустимого W_{max} износа инструмента:

$$T_p \cdot n \leq \frac{W_{max}}{k},$$

поэтому

$$n \leq \frac{W_{max}}{kT_p} = \frac{W_{max}V_f}{kL_p} \quad (2)$$

Пусть есть N точек, отобранных в обработанной поверхности и равномерно распределенных по направлению оси x . Погрешность обработки, вызванная износом инструмента, в j -той точке рассчитывается как:

$$\rho_t = \frac{L_p}{V_f * N} * j * k. \quad (3)$$

Предположим, что инструмент должен переместиться в точку (x, y, z) . В связи с погрешностью режущего инструмента, z -координатой этой точки может быть любое случайное значение в диапазоне $[z - e_m, z + e_m]$. Предположим, что эти случайные погрешности обработки подчиняются нормальному распределению со средним значением в диапазоне от 0 до 3σ , равным e_m , т.е.:

$$f(e_m) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{e_m - \mu}{\sigma}\right)^2} \quad (4)$$

$P = \{p_1 \dots p_N\}$ обозначает множество точек N выборки, в которой $p_i = (x_i, y_i, z_i)$ и $i = 1 \dots N$. В СКС z -координату реального пути инструмента при отсутствии других погрешностей, за исключением погрешности отклонения инструмента, вводят, обозначая как z_{0i} :

$$z_{0i} = H - a_p; (x_i, y_i) \in G(x, y) = 0 \quad (5)$$

z -координата точки i с ошибкой при износе инструмента:

$$z_{ri} = z_{0i} + e_{ti}(t) = H - a_p + e_{ti}(t);$$

если положение инструмента вызвано в связи с неточностью станка:

$$z_{ri} = z_{0i} + e_{ti}(t) + e_{mi}(t) = H - a_p + e_{ti}(t) + e_{mi}(t);$$

в общем случае, когда учитываются погрешности M -компонентов, связанных с процессом обработки или режущим инструментом, они могут быть представлены, как:

$$z_{ri} = z_{0i} + \sum_{j=1}^M e_{ji}(t). \quad (6)$$

Преобразованием этих точек из СКС в СКД, будет получена функция точности путем сравнения z -координат этих точек (z_r) с идеальными точкам с соответствующими X - Y -координатами в начале отсчета. T_x , T_y , T_z могут быть вычислены по формуле (1).

$$[x_i \ y_i \ z_{ri} \ 1] = [x_i \ y_i \ z_{ri} \ 1] * T_x(-a, -b, -c) * T_x(-\theta_x) * T_y(-\theta_y) * T_z(-\theta_z) \quad (7)$$

Алгоритм работы метода заключается в следующем:

- 1) производится выборка точек на обрабатываемой поверхности;
- 2) на основе исходных данных определяются оперативные погрешности (в данном случае погрешность износа) и наследуемые погрешности в каждой точке;
- 3) производится расчет реальных координат каждой точки с учетом матриц сдвига и поворота, полученных на основе исходных данных;

Переход от нерегулируемого электропривода к регулируемому. Этот переход является генеральным направлением энергосбережения, принятым во всем мире и дающим наибольший эффект как в части экономии электроэнергии, так и в других показателях технологического процесса. Для этого в силовой канал включается дополнительный элемент – преобразователь электрической энергии, подающий к асинхронному двигателю напряжение с регулируемой амплитудой и частотой (использование частотных преобразователей). В результате обеспечивается подача конечному потребителю необходимой (или оптимальной) мощности и исключаются большие потери в задвижке. Одна из величин – расход воды – изменяется неуправляемо, поскольку она определяется открытыми в данный момент кранами, а вторая задается насосом и, следовательно, может управляться.

Применение ЧРП в насосных установках холодной и горячей воды позволяет снизить непроизводительный расход воды на 10-15% и на 8-10% тепла.

Преимущества применения частотно-регулируемого электропривода

- Экономия электроэнергии от 30 до 60%.
- Исключение гидроударов, что позволяет резко увеличить срок службы трубопроводов и запорной арматуры.
- Отсутствие больших пусковых токов, полная защита электродвигателей насосных агрегатов, работа электродвигателей и пусковой аппаратуры с пониженной нагрузкой, что значительно увеличивает срок службы электродвигателей
- Значительная экономия воды за счёт оптимизации давления в сетях и уменьшения разрывов трубопроводов.
- Возможность полностью автоматизировать насосные станции

Как показывают расчеты, подтвержденные реальными условиями промышленной эксплуатации, срок окупаемости систем частотно-регулируемого электропривода составляет от 0,5 года до 2-х лет и постоянно снижается в связи с ростом цен на электроэнергию и энергоносители.

Литература:

1. Кривицкий С.О., Эпштейн И.И., Частотно-регулируемый электропривод. Авт.свид. СССР, кл. 7/42, № 409347, заявлено 20.04.71, и 1648243/24-7, опубликовано 05.11.74. Бюллетень №48.
2. Альтшуллер И.А. и др. Способ управления частотно-регулируемым электроприводом. Авт.свид. СССР, кл. H02p 5/34, № 434552, заявлено 02.12.72, №1852470/24-7, опубликовано 13.11.74. Бюллетень № 24.
3. Системы управления энергосберегающих электроприводов общепромышленных механизмов. Богаченко Д. Д., Кудрявцев А. В., Ладыгин А. Н. И др. Электротехника. 2002. – №5. – С. 2 – 7.

ректное решение подобной задачи предполагает достаточно высокую квалификацию персонала.

Уменьшение потерь в двигателях. В мировой практике с середины 1970-х годов активно пропагандируется использование энергосберегающих двигателей.

Идея очень проста: в асинхронный двигатель проектируют так что закладывают в них на 25...30 % больше активных материалов (алюминия, железа, меди), при этом на 30 % снижаются энерго-потери и возрастает КПД – до 5 % в небольших двигателях (единицы кВт) и до 1 % в двигателях мощностями около 70... 100 кВт.

Во-первых, речь идет о нерегулируемом электроприводе, т.е. сэкономив несколько процентов на потерях в двигателе, в самых массовых и энергоемких применениях (насосы, вентиляторы и т.д.) можно продолжать терять в десятки раз больше в агрегатах, обслуживаемых электроприводом.

Во-вторых, расчетная экономия будет достигаться лишь при мало меняющейся и близкой к номинальной нагрузке. При резко переменной нагрузке, например при значительной доле холостого хода в цикле, экономия будет существенно меньше расчетной.

В-третьих, экономия может быть заметной (рекламируемые 4...5%), если все элементы силового канала правильно выбраны и настроены. Так, потери в ременной передаче, часто используемой, например, в электроприводе вентиляторов, могут варьироваться от 5 до 10... 12 % только за счет нерационального выбора параметров передачи и могут резко возрастать при неверно выбранном натяжении ремней. Таким образом, существует ряд причин, которые могут практически обесценить этот популярный в США и Европе способ энергосбережения в электроприводе.

Уменьшение потерь в питающих сетях. Проблема потерь мощности возникает за счет низкого коэффициента мощности. Проблема компенсации реактивной мощности традиционно пользуется большим (иногда избыточно большим) вниманием в отечественной практике. Найдены и применяются различные технические решения (переключаемые конденсаторные батареи, синхронные компенсаторы, фильтрокомпенсирующие устройства и т.д.). Как мы видим большинство этих приемов ориентированы на нерегулируемый электропривод, а иногда и сильно недогруженный электропривод с асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором.

К другим способам энергосбережения в нерегулируемом электроприводе можно отнести:

1. снижение времени холостого хода;
2. переключение обмоток по схемам на время холостого хода или малых нагрузок;
3. изменение типа торможения в электроприводах с частыми пусками и торможениями.

- 4) полученные координаты точек используются для построения графика, отображающего реальную обработанную поверхность, который и является результатом работы программы;

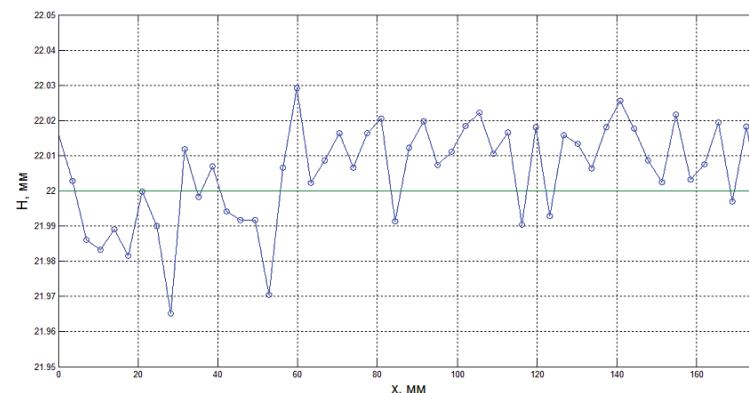


Рис. 3. Оценка отклонения траектории реального пути инструмента в связи с его износом и технологическими погрешностями

Из рисунка 3 видно, что разброс значений Z-координаты реального пути режущего инструмента не превышает 0,04 мм. Достигнута требуемая точность в обработке детали, соблюдены все допуски. Погрешности обработанной поверхности не выходят за рамки допуска.

Предлагаемая методика основана на анализе влияния совокупности погрешностей механической обработки на готовое изделие. В ходе выполнения работы представлен метод аналитического расчета и рассмотрено его применение при оценке и анализе погрешностей обработки деталей на многооперационных станках с использованием интеллектуальных систем управления. Приведен пример построения траектории реального пути режущего инструмента с учетом оценки отклонения траектории реального пути инструмента в связи с его износом и технологическими погрешностями.

Представленная методика позволяет проследивать воздействия погрешностей на процесс обработки, таким образом, обеспечивая возможность превентивного контроля допуска для обрабатываемых поверхностей.

Литература

1. Интеллектуальное управление мехатронными технологическими системами / Тугенгольд А.К., Лукьянов Е.А. // Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2004. – 117 с.

2. Интеллектуальное электронное документирование технологических объектов в системе PLM / Тугенгольд А.К., Тишин А.А., Лысенко А.Ф., Цишкевич З. А. // Вестник ДГТУ. – 2011, Т. 11, №3, с. 860-867.

3. S. H. Huang, Q. Liu, and R. Musa, «Tolerance-based Process Plan Evaluation Using Monte Carlo Simulation,» International Journal of Production Research, Vol. 42, No. 23, pp. 2004, pp. 4871-4891.

Ременцов А.В.

*Волгодонский институт сервиса (филиал)
(ВИС ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»)*

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Механическая обработка материалов является неотъемлемой частью промышленности страны, она в свою очередь невозможна без использования различных абразивных инструментов (брусков, кругов и т.д.). Их значимость трудно переоценить, поэтому решение проблем связанных с изготовлением и обработкой абразивного инструмента является весьма актуальной задачей.

Существуют различные методы механической обработки абразивного инструмента. Мы предлагаем альтернативный, комбинированный способ шлифования абразивных материалов, заключающийся в применении электрохимической поляризации зоны резания, подбора электролита в совокупности с механической обработкой, т.е. катодно-анодная поляризация режущего инструмента, смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС). Вспомогательный электрод, введенный в струю СОТС приводит к электрохимической активации раствора СОТС, при этом в качестве режущего инструмента используется медный стержень, являющийся рабочим электродом, к которому через щеточный механизм подводится постоянный электрический ток [1].

Эксперименты проводились на установке (рис. 1) для оценки эффективности электрохимической поляризации зоны резания и влияния составов СОТС при шлифовании с постоянным усилием на базе настольно-сверлильного станка. На станине 1 настольно-сверлильного станка установлена емкость 8 с краном 9 для слива СОТС, в которой закреплены тиски 10, между губками которых установлен токонепроводящий держатель 11 с пазом для крепления образцов 12. При шлифовании медным стержнем 13 образца 12 СОТС через систему трубопроводов 4 из емкости 2 через кран 3 подается в насадку 5, в котором имеется вспомогательный электрод, а затем попадает в обрабатываемую зону. Скорость подачи СОТС возможно регулировать краном 3.

Большинство производственных установок практически всех отраслей промышленности и коммунального хозяйства по условиям технологии применяют электродвигатели, которыми используется до 60% всей потребляемой электроэнергии.

Наиболее простое и эффективное применение – управление насосными агрегатами станций подкачки водопроводных сетей и силовых распределительных пунктов. Основано это на стабилизации давления холодной или горячей воды на выходе насосной станции. Возможно применение в качестве сигнала обратной связи датчика давления или расхода воды. При неравномерном суточном, недельном, месячном графике потребления воды поддержание оптимального давления в сетях возможно с помощью перекрытия задвижек на выходе насосной станции (метод дросселирования) или за счёт изменения скорости вращения насосного агрегата (изменение его производительности). Мощность, потребляемая насосом, находится в кубической зависимости от скорости вращения рабочего колеса. $P=f(Q^3)$. Производительность насоса Q прямо пропорциональна скорости вращения рабочего колеса. Т.е. уменьшение скорости вращения рабочего колеса насоса в 2 раза приводят к уменьшению потребляемой мощности в 8 раз насоса.

Зная суточный график расхода или потребления воды можно определить суточную экономию электроэнергии при применении частотно-регулируемого привода. Таким образом, видно, что частотно-регулируемый привод значительно эффективнее, чем регулирование дросселированием.

Перечислим и рассмотрим подробно основные принципы экономии энергии в электроприводе и средствами частотно регулируемого электропривода.

Разделим возможные ситуации на две большие группы:

1. регулирование скорости не используется;
2. нерегулируемый электропривод заменяется регулируемым.

В первой группе основная возможность влиять на энергетические процессы это правильный выбор основного оборудования, в первую очередь, электродвигателя и редуктора, если он используется, а также применение некоторых мероприятий, снижающих потери энергии.

Выбор электрооборудования. Важным и еще очень мало использованным резервом энергосбережения служит правильный выбор основного электрооборудования в простейшем, самом массовом и энергоёмком нерегулируемом электроприводе (системах электропривода).

Европейские эксперты считают, что средний коэффициент использования двигателей (отношение средней мощности за цикл к номинальной) составляет 0,6.

Как показывает опыт, в отечественных условиях этот коэффициент иногда существенно ниже. Нередко доля энергетических затрат на производимую продукцию непомерно возрастает, что делает производство нерентабельным.

Существенный эффект в подобных случаях может дать простая замена оборудования (двигателей) или внедрении систем автоматизации, однако кор-

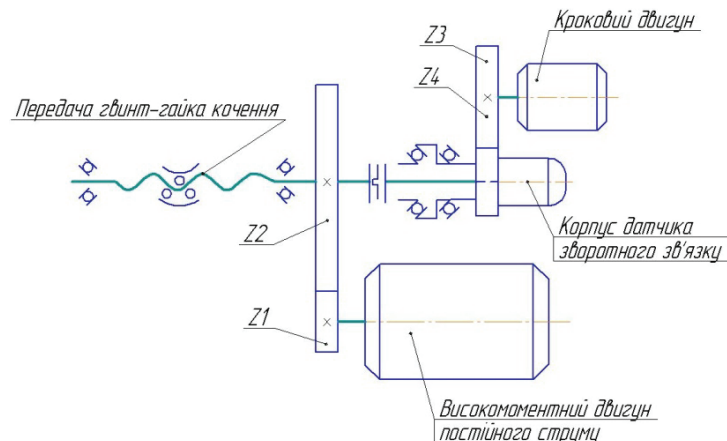


Рис.1 – Кінематична схема модернізованого приводу поперечних подач токарного верстата з ЧПК

Перевагами описаної вище системи компенсації похибок, що викликані змінною жорсткістю системи ВПД, є те, що запропонований механізм нескладний конструктивно і надійний в експлуатації.

Застосуванням даної системи компенсації похибок обробки на токарних верстатах можна підвищити точність обробки у 2 рази.

Література:

1. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. – М.: 1969. – 559с.
2. Бондаренко С. Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – К.: 1993. – 544 с.

Секербаева А.Б.

Семипалатинский государственный университет имени Шакарима (г.Семей)

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВОПРОСАМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Доля энергозатрат в себестоимости продукции Казахстана колеблется от 5% до 25% в зависимости от вида производства, что значительно выше, чем в странах с развитой рыночной экономикой.

По медному стержню (рабочему электроду) 13, с помощью щеточного узла 14 и вспомогательному электроду в насадке 5, протекает постоянный ток от регулируемого источника тока 6, контролируемый цифровым микроамперметром 7. Предварительно необходимо осуществлять по кривым «потенциал – плотность тока» выбор области эффективности величины подаваемого тока, исключая область активного выделения водорода в одном конце диапазона тока и кислорода в другом.

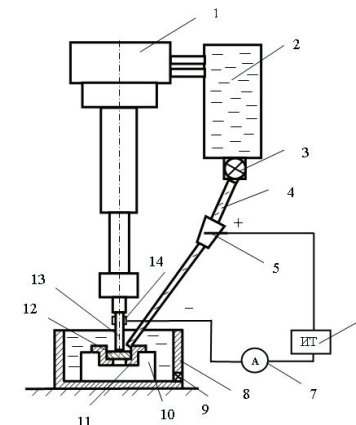


Рис. 1 – Схема установки для оценки эффективности электрохимической поляризации зоны резания и влияния составов СОТС при шлифовании

В серии опытов применяли водный раствор сульфата натрия, хлорид калия и сульфата меди концентрации 0,1 моль/л. Изменение концентрации в сторону увеличения не приводило к изменению результатов измерений.

Сульфат натрия и хлорид калия оказывали существенное влияние на результаты измерения, чем сульфат меди. Сульфат натрия выявил максимальную эффективность влияния.

Линейный износ абразивного бруска осуществляли замером глубины погружения медного стержня, а стержня замером его длины. В опытах время процесса было фиксировано и равнялось 1 минуте. Материал медного стержня – медь марки М1. В качестве образцов использовались бруски на основе карбида кремния (SiC) и оксида алюминия (Al_2O_3) различной зернистости.

В опытах применяли анодную и катодную поляризацию. При катодной поляризации узла трения линейный износ медного стержня практически не менялся

Результаты эксперимента приведены в таблице

Зависимость линейного износа абразивных брусков от вида электрохимической поляризации узла трения в водном растворе Na_2SO_4

Маркировка образца	Линейный износ абразивного бруска, мм		
	Без поляризации	Поляризация	
		анодная	катодная
14AM10	2,83	2,12	3,54
14AM63	2,80	2,09	3,51
63CF36	2,71	2,01	3,39
54CF150	2,63	1,84	3,11
24AF60	1,78	1,12	2,15

Из результатов эксперимента видно, что анодная поляризация оказывает отрицательное влияние на скорость механической обработки, а катодная приводит к интенсификации процесса на 25-30 %.

Уменьшение твердости поверхностного слоя медного стержня происходит за счет катодной поляризации узла трения восстановлением ионов натрия. В свою очередь, абразивные зерна внедряются в торцевую поверхность медного стержня, ускоряя процесс резания обрабатываемой поверхности.

На практике чаще используется в качестве хрупкого диэлектрического материала стекло и керамическую плитку. Их сверление медным стержнем при катодной поляризации узла трения в водном деценомальном растворе Na_2SO_4 при плотности катодного тока $0,03 \text{ мА/см}^2$ дало максимальный эффект.

На выше изложенное нами получен патент [2] и технический акт внедрения.

Литература

1. Латышев В. Н. Метод электрохимической активации смазочно-охлаждающей среды при обработке хрупких неметаллических материалов В. Н. Латышев, В.В. Новиков, Е.А. Шварев / Трение и смазка в машинах и механизмах – 2007.- №8.- С. 28-3.
2. Пат. RU 2410210 С2 МПК В23Н 5/04 В23В 1/00 Трибоэлектрохимический способ сверления хрупких диэлектрических материалов.

К.т.н. Урбанюк Є.А., магістр Кучма С.В.
Хмельницький національний університет, Україна

**СИСТЕМА КОМПЕНСАЦІЇ ПОХИБОК
ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК**

Деформації технологічної системи верстат–пристрій–інструмент–деталь (система ВПІД) в процесі обробки обумовлюють виникнення систематичних та випадкових похибок розмірів і геометричної форми оброблюваних заготовок. При постійній жорсткості технологічної системи, незмінному режимі обробки і постійній жорсткості заготовки збільшення діаметра в порівнянні з номінальним його значенням зберігається однаковим по всій довжині заготовки і не викликає появи похибок її форми.

Проте за умов змінної жорсткості вузлів розміри та форма деталей залежать від деформацій технологічної системи. Найгостріше ця проблема постає при вирішенні завдання щодо забезпечення точної токарної обробки циліндричних деталей значної довжини.

Для обчислення величини похибок обробки, пов'язаних із пружними деформаціями технологічної системи, жорсткість цієї системи має бути виражена кількісно. Окрім того, формалізованими мають бути залежності деформацій базових вузлів верстата від діючих в системі сил, тобто, від режиму різання. Тому були розроблені розрахункова схема та алгоритм визначення поточного радіуса деталі при токарній обробці в центрах, що враховують вищезазначені моменти.

Для реалізації процесу корекції положення вершини інструменту в процесі обробки запропонована модернізація приводу поперечної подачі токарного верстата з ЧПК. Привод поперечної подачі забезпечує перетворення електричних імпульсів, що поступають від керуючої програми, в лінійні переміщення по координаті X. Датчик зворотного зв'язку, який служить для опосередкованого контролю розмірів оброблюваної деталі, здійснює вимірювання реальних переміщень робочого органа верстата і перетворює результат в електричні імпульси зворотного зв'язку (див. рис. 1).

Суть модернізації полягає у застосуванні в приводі поперечних подач верстата додаткового крокового двигуна, який через безззорну зубчасту передачу z_3/z_4 , здійснює корегувальний поворот корпусу датчика зворотного зв'язку, що призводить до генерування додаткових імпульсів зворотного зв'язку. Керування кроковим двигуном здійснює відповідна електронна система.

процеси, дисциплінує персонал, а у випадку виникнення порушень виробничого процесу і режиму безпеки значно полегшує завдання пошуку порушника.

Основні етапи роботи системи в зміні:

- заповнення необхідних довідників (склад зміни, водії і відповідно автомобілі);
- зважування ТАРА (початок роботи в зміні, один раз за зміну; виконує бригадир зміни).

- зважування БРУТТО (циклічна робота; можливий безоператорний режим).

- роздрук звітів за результатами роботи в зміні.

Дії оператора на тарі; повинен зробити наступні дії:

- вибрати номер зміни;
- перевірити поточну вагу чи відповідає вона дійсній;
- переконатися у можливості коректного зважування автомобіля;
- для завершення зважування натиснути на кнопку ЗВАЖУВАННЯ ТАРИ;
- після зчитування карточки водія система буде висвічувати номер автомобіля, марку авто, РЕЗУЛЬТАТ ЗВАЖУВАННЯ.

Одночасно у головному вікні з'явиться новий рядок з інформацією про номер авто, вагу, дату і час зважування, прізвище та ініціали водія.

Дії оператора на брутто; повинен зробити наступні дії:

- у вікні вибору оператора – вибрати своє прізвище та ввести пароль;
- натиснути кнопку «Зважування брутто» в меню «Робота» та вибрати номер зміни.

Далі система автоматично буде зважувати і накопичувати дані для необхідних звітів за зміну.

Література:

1. Свириденко С.С. Современные информационные технологии. – Москва.: Радио и связь, 2006. – 358с.
2. Архангельский А.Я. Программирование в Delphi7. Москва.: ЗАО «Издательство Бином», 2005. – 1072с.
3. А. Н. Ковязин. Мир InterBase. Архитектура, администрирование и разработка приложений баз данных в InterBase/Firebird/Yaffil, Москва.: 2003. – 485 с.

Студ. Брезіцький С.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ПРУЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ «РІЗЕЦЬ-СУПОРТ» ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА 1K62 МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Підвищення вібростійкості токарної обробки є важливим питанням сучасного машинобудування. Вібростійкість верстата та висока жорсткість забезпечує підвищення якості оброблюваних поверхонь, стійкості інструменту, продуктивності, а також дозволяє використовувати швидкорізальний та твердосплавний інструменти. Крім того, підвищується довговічність і надійність верстата. Забезпечення вібростійкості верстата повинне проводитися на стадії проектування. Вібростійкість верстата при різанні характеризує його здатність опору виникненню відносних коливань інструмента та оброблюваної деталі, що зумовлені самим процесом різання та зовнішнім збуренням. Отже, підвищення вібростійкості верстата дозволяє збільшити режими різання при допустимому рівні відносних коливань деталі та інструменту.

Серед відомих методів підвищення вібростійкості верстатів при різанні виділимо наступні: 1) забезпечення раціональних значень пружних параметрів системи супорту верстата, такі як орієнтація головних осей жорсткості та співвідношення коефіцієнтів максимальної та мінімальної жорсткостей; 2) забезпечення умови додатного значення статичної характеристики системи інструменту та деталі, що призводило би до пружного віджиму інструменту від оброблюваної поверхні деталі при збільшенні сили різання; 3) покращення динамічних показників якості формоутворюючих вузлів верстата за рахунок зменшення їх мас та підвищення демпфування в системі верстата. За Кудіновим В.А., приведена жорсткість спрощено відображає властивості складної пружної системи з розподіленими параметрами, а саме діаграма жорсткості надає змогу виділити основні вісі жорсткості та їх кут розвороту відносно загальних осей координат. Для забезпечення вібростійкості системи супорту верстата її жорсткість повинна бути більшою в напрямку дії сили різання. Тому актуальним питанням є дослідження жорсткості пружної системи «різець-супорт» верстата 1K62 в площині YOZ з метою модернізації та підвищення вібростійкості.

В даній роботі були проведені експериментальні дослідження щодо визначення жорсткості пружної системи «різець-супорт» верстата 1K62 в дванадцяти напрямках, за даними яких була побудована експериментальна кругова діаграма жорсткості (рис.2). Для уточнення достовірності отриманої експериментальної характеристики, використовуючи можливості сучасних обчислюваних технологій, а

саме систему Autodesk Inventor 2012, була розроблена складальна модель «різець-супорт» верстата 1K62 (рис.1), за допомогою якої теоретично визначалася жорсткість пружної системи в дванадцяти напрямках в площині YOZ (рис.3). Підготовлена скінченно-елементна модель верстата, при вирішенні контактної крайової задачі, дає змогу визначити деформації у вузлах конструкції, та їх вплив на переміщення вершини різця відносно вісі шпинделя в площині.

Складальна модель «різець-супорт» була побудована у відповідності до розмірів і матеріалів, що відповідають даним паспорта верстата. Внаслідок розрахунків було визначено пружне зміщення жорсткої частини різцетримача відносно вісі деталі при навантаженні. Розрахунки складальної моделі були проведені в двох положеннях: на відстані 20мм від вісі шпинделя та на відстані 110мм (рис.3), при дії сили на різець в 1кН. В даній моделі враховується контактна жорсткість в нормальному напрямку величиною 180 Н/мм яка визначена за методом Левіної З.М. «Контактная жесткость машин» 1971р.

Розбіжність між розрахунковими та експериментальними даними зумовлена відносною неточністю проведення експерименту, а також можливою зношеністю контактних напрямних та накладок. Проте виявлено, що діаграма жорсткості має більш виражену еліптичну форму, що дозволяє чітко виділити напрямки головних осей приведеної жорсткості.

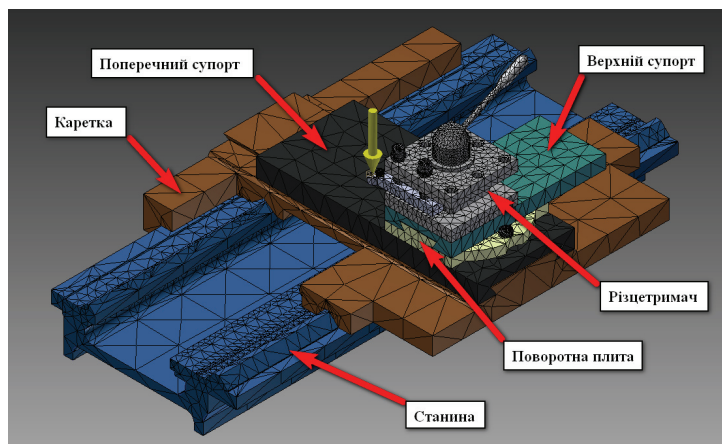


Рис. 1. Складальна скінченно-елементна модель пружної системи «супорт-різецьтримач» в системі Autodesk Inventor 2012

- сучасних ваговимірювальних комплексів на базі тензOMETричного обладнання;
- систем відеонагляду.

В якості мови програмування використовується Delphi [2], а системи керування базою даних (СКБД) – Firebird версії 1.5.1 – вільно розповсюджуване програмне забезпечення (навіть для комерційного використання) із відкритим кодом, яке функціонує під Linux, Windows і різними Unix-платформами [3]. Це високопродуктивна, потужна, масштабована СКБД, із розвинутою підтримкою вбудованих процедур і тригерів.

У практичній частині роботи був розроблений алгоритм функціонування системи, звітні форми результатів зважування, впровадження в проект «КАР'ЄР» системи відеоспостереження TRASSIR та системи аутентифікації користувачів, а також розроблена документація щодо експлуатації програмного продукту

Результатом роботи стала придатна для експлуатації автоматизована система по обліку вантажоперевезень на кар'єрі цементного заводу. Ця система дійсно підвищує ефективність роботи, виконує рутинні обчислення, підвищує контроль над працівниками та зводить до мінімуму «людський фактор».

Основні функції система автоматизованої прийомки КАР'ЄР:

- авторизація користувачів;
- ідентифікації водія та його автомобіля;
- визначення ваги бруто і тари;
- контроль зважування (індикація на табло, відслідковування нульової ваги, повторне зважування) та інше;
- друк результатів зважування, роздрук звітних форм про приймання вапняку;
- перегляд, редагування та доповнення баз даних.

Пакет прикладних програм обслуговування ваговимірювального комплексу виконує функції вводу, обробки, збереження та захисту від спотворень (несанкціонованого доступу) інформації.

Пакет програм включає програми підтримки роботи з базами даних, програми організації інтерфейсу з користувачем, програми, що виконують сервісні функції, та програми обслуговування зв'язку комп'ютера з зчитувачем карточок та електронними вагами.

Програми обслуговування зв'язку комп'ютера з зчитувачем карточок, інформаційними табло та електронними вагами написані на мові програмування Assembler та дозволяють здійснювати швидкий, контрольований обмін даними між комп'ютером та вищезазначеними пристроями через послідовний порт.

Заради збільшення безпеки, на підприємстві використовується система відеоспостереження Trassir. Надійний та багатофункціональний комплекс на базі лінійки цифрових систем відеореєстрації та аудіозапису Trassir охороняє периметр і територію підприємства будь-якого розміру, забезпечує безпеку виробничих процесів, контролює погрузочні роботи та швидкоплинні виробничі

Таким образом, швейное производство на малых предприятиях, которым относятся практически все отечественные швейные предприятия сферы сервиса, в настоящее время продолжают совершенствоваться с целью повышения эффективности функционирования. И как показывает опыт зарубежных швейных фирм, который может быть полезен и нашим предприятиям, гибкие производственные системы являются актуальными и эффективными по многим производственным показателям.

Литература:

[1] Ганке М.А. Разработка технологии моделирования рациональных потоков для мелкосерийного производства одежды. Автореферат дисс. канд. тех. наук. – М., 2004, – 23 с.

К.т.н. Шепетюк Б.Д.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ

Автоматизація вважається головним, найбільш перспективним напрямком у розвитку промислового виробництва. Завдяки звільненню людини від особистої участі у виробничих процесах, а також високої концентрації основних операцій істотно поліпшуються умови праці й економічні показники виробництва [1]. Створення і розвиток електронної обчислювальної техніки призвело до ще більшої автоматизації виробничих процесів, розвитку інформаційних технологій, у тому числі автоматичної ідентифікації і електронного обміну даними.

ВАТ «Подільський цемент» створений на базі Кам'янець-Подільського цементного заводу в процесі його приватизації в 1994 році. Це перше з українських підприємств цементної промисловості, на якому відбулася приватизація. На початку 1999 року, всесвітньо відома ірландська фірма по виробництву будівельних матеріалів CRH, викупила контрольний пакет акцій ВАТ «Подільський цемент». Саме з приходом фірми CRH, підприємство зміцнило свої позиції серед конкурентів і стало одним із найбільших поставальників цементу на ринку України. Сьогодні ВАТ «Подільський цемент» відоме як одне з найпотужніших підприємств України і Європи. Проектна потужність промислового гіганта становить 3700 тисяч тонн цементу на рік.

Запропонований підхід при побудові системи автоматизації обліку вантажоперевезень вапняку з кар'єра в цех подрібнення на цементному заводі полягає у наступному комплексному використанні:

- технології ідентифікації на основі використання безконтактних зчитувачів;

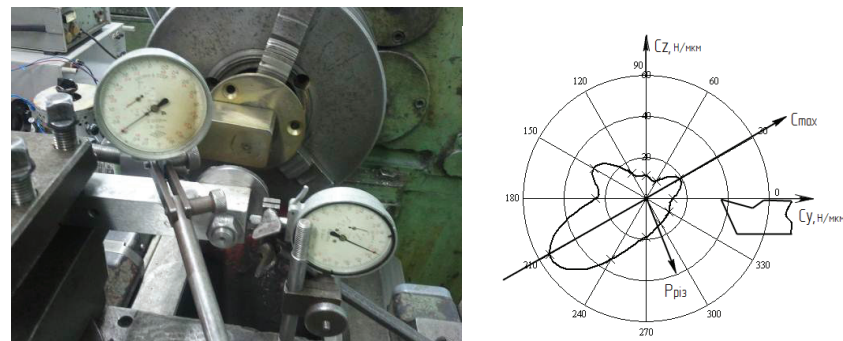


Рис. 2. Експериментальний стенд та діаграма кругової жорсткості системи «супорт-різцетримач» токарного верстата 1К62

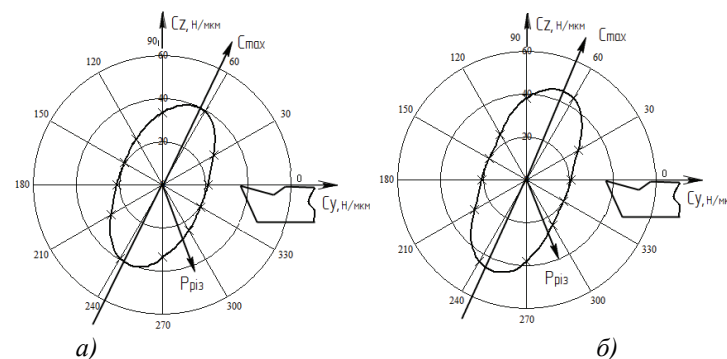


Рис.3. Розрахункова діаграма жорсткості «супорт-різцетримач» при навантаженні 1кН, а) на відстані 110мм від вісі шпинделя; б) на відстані 20 мм від вісі шпинделя

Для підвищення вібростійкості можна рекомендувати використання на даному верстаті спеціальних різцетримачів з орієнтованою жорсткістю, що дозволить раціонально зорієнтувати вісі жорсткості системи «різець-супорт» відносно напрямку сили різання, без зміни конструкції супорта верстата. Подібні конструкції спеціального інструментального токарного оснащення розробляються на кафедрі «Конструювання верстатів та машин».

LETECTVO A KOSMONAUTIKA

Иванов С. В., Корноухова Е. С.

Донской государственный технический университет, Россия

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИМАЛЬНО-ТЕРМИНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ В КОНФЛИКТНОЙ ЗАДАЧЕ

Рассмотрен подход, позволяющий сформировать субоптимальную стратегию игрока-союзника в нелинейной задаче позиционного управления с обратной связью, возможную для реализации в реальном времени.

Известные методы теории дифференциальных игр, используемые для управления маневрами уклонения высокودинамичных объектов, традиционно не позволяют учитывать терминальные ограничения на векторы фазовых координат игроков. Вследствие этого, ошибки приведения объекта-союзника в заданную терминальную область в некоторых практических приложениях могут быть значительными.

Рассмотрен метод управления беспилотным летательным аппаратом (БЛА) (союзником) от средств противника, обеспечивающий не только совершение маневра уклонения, но и выведение БЛА в заданную терминальную область пространства с требуемой точностью.

Предполагается, что союзнику ничего неизвестно о текущем состоянии противника, тогда как противнику текущее состояние игрока-союзника известно точно. За исключением принято, что объекту-союзнику известны начальный момент времени реализации игры, начальные условия функционирования свои и противника, а также физические возможности обоих игроков.

Отличительной особенностью синтезируемого управления является то, что использован модифицированный алгоритм решения двухточечной краевой задачи, сводящий ее к задаче Коши и учитывающий терминальные ограничения.

Рассмотрен практический пример синтеза управления маневром уклонения гипотетического БЛА, иллюстрирующий эффективность использования разработанного метода в реальных системах.

Дифференциальные уравнения, описывающие движение союзника и противника: $\dot{x} = \begin{pmatrix} f_y(t, y(t), u(t)) \\ f_z(t, z(t), w(t)) \end{pmatrix} = f_1(t, x(t), u(t), w(t));$

Вешалки с деталями кроя направляются с помощью подвесной транспортирующей системы к определенным рабочим местам (РМ). Задание, на какое именно рабочее место необходимо послать детали для обработки, выдает ЭВМ, исходя из информации о технологической последовательности изготовления изделий, схеме разделения труда между рабочими местами, индивидуальных способностей работников и других условий и факторов производства. На основании этого с помощью специальной программы ЭВМ определяет маршрут перемещения вешалок с предметами труда от одного рабочего места к другому.

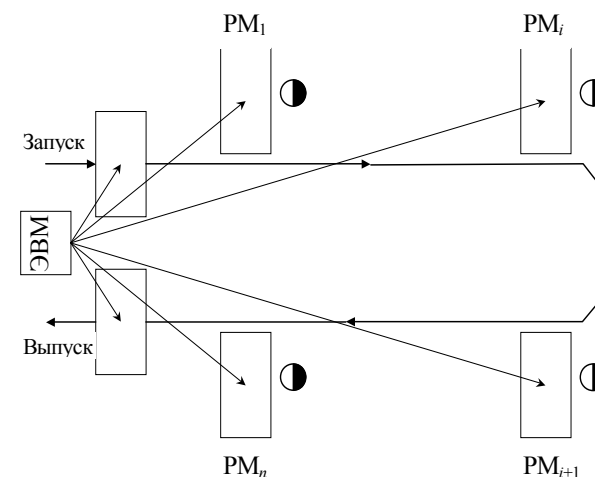


Рисунок 1 – Структурная схема швейной ГПС

Каждое рабочее место ГПС оснащено монитором и технологическим обеспечением для связи с управляющей ЭВМ, что позволяет автоматически регистрировать информацию о маршруте перемещения обрабатываемых деталей, продолжительности производственного цикла.

Работница использует монитор для получения информации об обрабатываемых деталях, моделях изготавливаемых изделий, параметрах технологических операций и инструкциях по их выполнению, и других нормативных данных для качественного выполнения производственного процесса.

В данной гибкой производственной системе осуществляется поштучная подача деталей кроя и полуфабрикатов к рабочим местам. В отличие от системы с пачковой подачей деталей и полуфабрикатов, она позволяет быстро перестраивать производство при смене моделей одежды. ЭВМ в такой системе облегчает управление производственным процессом и в любой момент времени выдает необходимую информацию о ходе изготовления изделий.

AUTOMATIZOVANÉ ŘÍDICÍHO SYSTÉMU NA VÝROBĚ

К.т.н. Архипова Т.Н.

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса»,
г. Москва

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО В ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ ДЛЯ МАЛЫХ ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В настоящее время применяются три основных подхода к созданию гибких производственных систем (ГПС) в швейных процессах:

- первый подход заключается в использовании нескольких видов оборудования на рабочем месте;
- второй – в использовании круговых транспортных средств с автоматическим адресованием полуфабриката на рабочие места;
- третий – комбинированный.

В работе [1] отмечено, что производство SPP (Швеция и Финляндия) предусматривает одновременное изготовление нескольких изделий из разных материалов. Для сохранения баланса производства изготавливаемые модели базируются на одной конструктивной основе Master Style.

На фирмах Lapidus (Финляндия) поток SPP для перемещения полуфабрикатов используется подвесная транспортная система ETON -2002. Полуфабрикаты к работникам подаются в зажимах по 5-10 шт. Ход производственного процесса контролирует ЭВМ.

Система TSS (Toyota Serwing System) разработана фирмой Aisin Seiki (филиал «Toyota») имеет U-образную производственную линию, которую обслуживает стоя небольшое число рабочих. Система оснащена дисплеями для сбора информации с рабочих мест.

Гибкая производственная система в швейных процессах в том виде, как она представлена в западных фирмах, – это автоматизированная поточная система изготовления одежды, в которой на основе соответствующих технических и организационных средств обеспечивается возможность оперативной переналадки швейных потоков на выпуск новой продукции.

На рисунке 1 показана одна из возможных структурных схем такой системы. Рабочее место в данной системе организовано достаточно на высоком уровне. Начало системы находится в зоне запуска, где оператор загружает детали кроя на специальные вешалки или пластины с зажимами и вводит кодовый номер вешалки в память электронно-вычислительной машины (ЭВМ). С этого момента производственный процесс определяется и контролируется управляющей программой.

$$\text{Условие минимакса: } J = \min_w \max_u \left\{ Q(x(t_k), z(t_k)) + \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_k} w^T(t) K_1 w(t) - u^T(t) K_2 u(t) dt \right\},$$

где $Q(x(t_k), z(t_k))$ - расстояние между противником и союзником,

$$\int_{t_0}^{t_k} \sum_{i=1}^r K_i u_i^2(t) dt \text{ и } \int_{t_0}^{t_k} \sum_{j=1}^p K_j w_j^2(t) dt -$$

оптимальные допустимые стратегии управления $u^0(t)$ и $w^0(t)$,

K_1, K_2 – симметричные положительно определенные матрицы соответствующих размерностей.

Полагается, что противник формирует замкнутое управление по принципу обратной связи «наихудшим» образом: $J[u; \bar{w}(z, t)] = \max_u \{ J[u; \bar{w}(z, t)] \}$

Ограничения на управление: $|\alpha_B(t)| \leq \alpha_{B\max}; |\varphi_n(t)| \leq \varphi_{n\max};$

Общий вид гамильтониана для нашей задачи:

$$H(x, u, w, \lambda) = \frac{1}{2} (w^T(t) K_1 w(t) - u^T(t) K_2 u(t)) + \lambda^T f(x, u, w).$$

Применим метод максимума Понтрягина, который приведет к получению двухточечной краевой задачи (ДТКЗ):

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= f_1(t, x(t), \lambda(t)) = \begin{vmatrix} f_{1,1} & \dots & f_{1,12} \end{vmatrix} \\ \frac{d\lambda}{dt} &= f_2(t, x(t), \lambda(t)) = \begin{vmatrix} f_{2,1} & \dots & f_{2,12} \end{vmatrix} \end{aligned}$$

Для решения сформированной двухточечной краевой задачи (ДТКЗ) целесообразно воспользоваться методом сведения ДТКЗ к одноточечной задаче Коши, изложенным в работе Баркова и Кочеткова [3].

После решения ДТКЗ предлагается нахождение управления в замкнутом контуре системы оптимально-терминального управления.

Структура терминальной СУ представлена на рисунке 1.

Сущность его заключается в следующем: по текущей навигационной информации определяются начальные условия $x(t_0^j) = x_0^j$ ($j = 0, 1, 2, \dots$ – номер итерации решения задачи в медленном контуре) и в медленном контуре

прогнозируется субоптимальная траектория $\tilde{x}^j(t)$ на последующий интервал движения ЛА $t \in [t_0^j, T]$ ($t_0^0 = t_0, t_0^j > t_0$).

Разработанная структура терминальной СУ, реализующей метод терминального управления позволила получить управление в форме синтеза за счет увеличения такта решения задачи управления в медленном контуре.

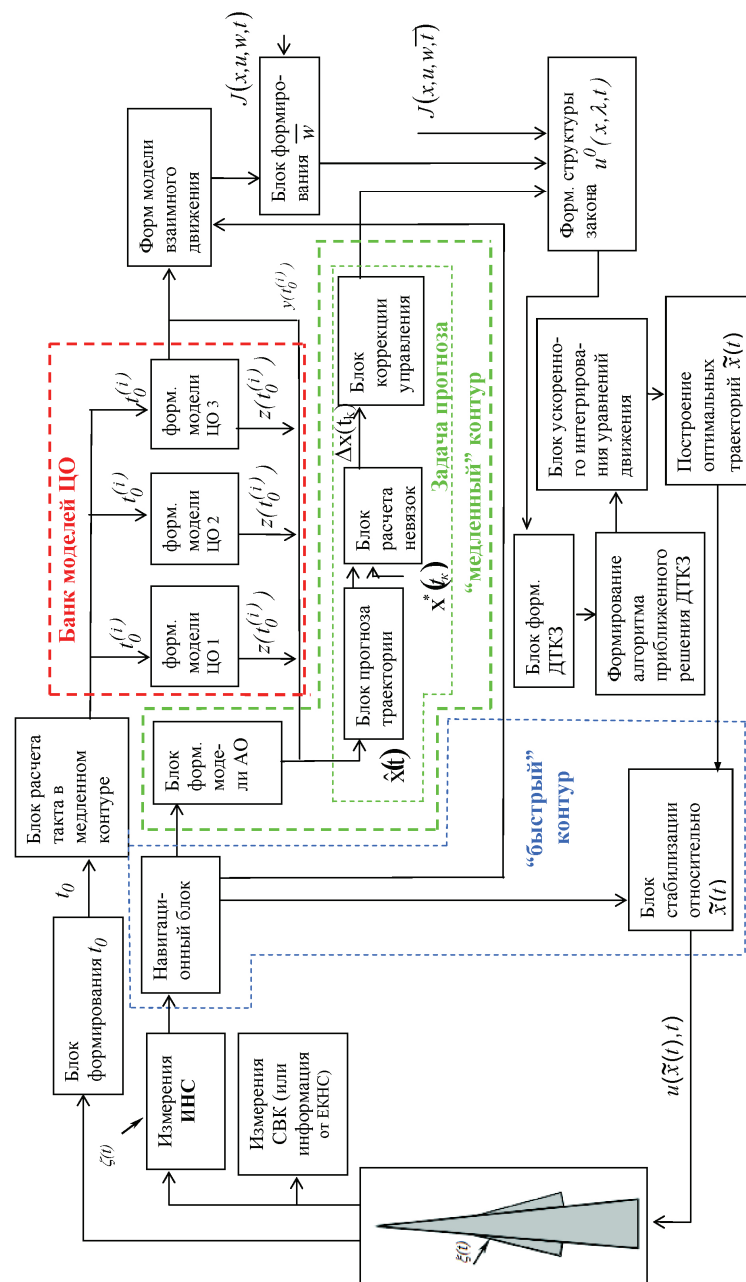


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма синтеза управления объектом-союзником

воды. Распределение давления в залежи по вертикали зависит от плотности находящегося в гравитационном поле Земли, заполняющего поры флюида в термобарических условиях пласта.[3]

Пластовые флюиды движутся во взаимопротивоположных направлениях до появления равновесия или баланса этих сил в залежи, заполненных как однофазными (газ, нефть) флюидами, так и двухфазными, возникающими на контактах между газом, нефтью и водой, с образованием переходных зон.[4] Упругие свойства продуктивных пластов хорошо известны, характеризуются модулем объемной упругости и зависят от минералогического состава, структуры, глубины залегания, хорошо сжимаемой газожидкостной среды, заполняющей поровые каналы, температуры и частоты прикладываемой нагрузки.[4]

Таким образом, применение метода плазменно-импульсного воздействия на продуктивные пласты на месторождении Узень, геологическое строение которого отличается сложностью, большим количеством пластов и пропластков, может быть перспективным и экономически оправданным в связи с ростом потребности и цены на нефть.

Литература:

1. Абдулмизитов Р. Г. Повышение эффективности разработки залежей нефти с трудноизвлекаемыми запасами: Дис. . д-ра техн. наук: 25.00.17. Уфа, 2004. – 268 с.
2. Абызбаев И. И. Комплексное многоуровневое планирование применения третичных методов увеличения нефтеотдачи при освоении трудноизвлекаемых запасов нефти: Автореф. дис. . д-ра техн. наук: 25.00.17. Уфа, 2008. – 50 с.
3. Ащепков М. Ю. Дилатационно-волновое воздействие на нефтяные пласты: Дис. . д-ра техн. наук: 25.00.17. Уфа, 2003, – 140 с.
4. Бабалян Г. А. Разработка нефтяных месторождений с применением поверхностно-активных веществ/ Г. А. Бабалян, Б. И. Леви, А. Б. Туманян, Э. М. Халимов. М.: Недра, 1983. – 216 с.
5. Лысенко В. Д. Разработка малопродуктивных нефтяных месторождений/ В. Д. Лысенко, В. И. Грайфер. М.: Недра, 2001. – 564 с.

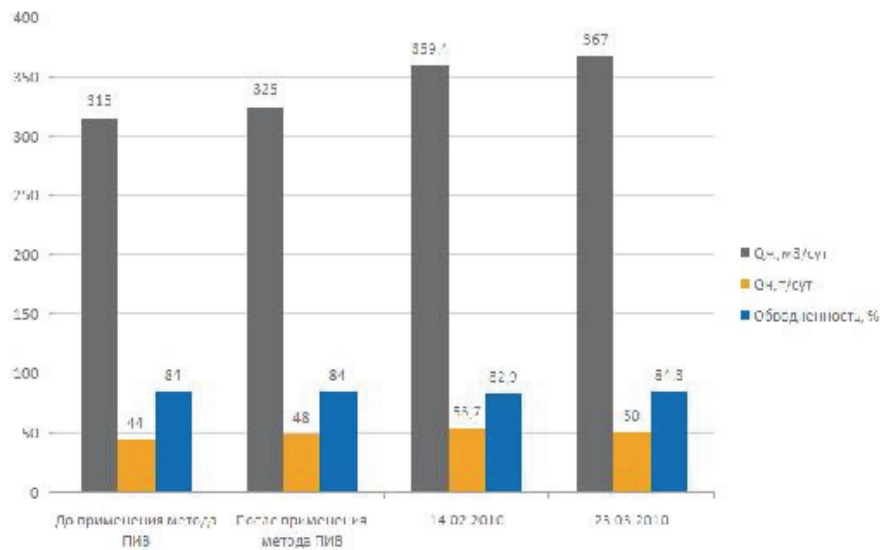


Рисунок 1 Применение ПИВ в Башкирии, скважина №4057

По рисунку видно, что проведение плазменно-импульсного воздействия в скважине позволило увеличить дебит скважины на 9 т/сут путем вовлечения в разработку малопроницаемых продуктивных пропластков.[5]

В условиях, когда более 50 % разведанных запасов относятся к категории трудноизвлекаемых, использование технологии ПИВ позволит дополнительно извлечь 10-15 % нефти. Разрабатывая технологию ПИВ, наши ученые и специалисты рассматривали продуктивные пласты и в целом залежь с точки зрения нелинейных систем и неравновесных сред, «когда маленькие импульсы создают большие последствия». К нелинейным системам относятся системы со значительным энергосодержанием и энергосвободением, высокоскоростные, высокотемпературные процессы, колебания и волны со значительной амплитудой.[5]

Учитывалась сложность процессов, происходящих в термобарических условиях пласта, а именно: двухфазные системы обладают высокой сжимаемостью, нелинейностью, при этом движение двухфазных систем сопровождается процессами межфазного теплообмена. Модель распространения возмущений в двухфазных средах рассматривалась с точки зрения основных закономерностей гидрогазодинамических течений. [4] При этом обращалось внимание на особенности формирования газовых и нефтяных залежей, которое происходит в основном под действием гравитационных (по вертикали) и напорных (по горизонтали) сил с перемещением значительных масс нефти, газа и пластовой

Литература:

1. Соколов С.В., Щербань И.В. Решение задачи синтеза оптимального управления в конфликтной задаче // Изв.РАН. ТиСУ. 2003. №5. С.35-40.
2. Щербань И.В. Эффективный субоптимальный алгоритм управления игроком-союзником в конфликтной задаче // Изв.РАН. ТиСУ. 2007. №1. С.7-12.
3. Барков В.В., Кочетков Ю.А. Краевая задача оптимального управления нелинейными детерминированными системами // Теория и системы управления, 1995г., №6

HORNICTVÍ

Магистрант Кабылбаев Д.Д.

Научный руководитель, к.т.н. Баймбетов Н.Б.

*Казахский Национальный Технический Университет им.К.И.Сатпаева,
г. Алматы, Казахстан.***ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА
И СОЛЯНОКИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ
НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ТЕНГИЗ**

В настоящей работе принимается, что по скважинам, вскрывшим перфорацией пласты I и II объекта, вся добыча нефти условно относится к I объекту ввиду крайне низких коллекторских свойств пород, составляющих пласты II объекта [5].

Два процента от общей накопленной добычи нефти, что составляет 1,223 млн.т, извлечено скважиной № 10, которая закончена в III девонском объекте.

Если говорить о зональном распределении накопленных отборов нефти, то можно отметить, что 37,5 % отобрано из 20 скважин, расположенных на северной части платформы, 38,1 % – из 17 скважин северного борта, 8,2 % – из 9 скважин на северном склоне. Таким образом, 83,8 % накопленной добычи нефти отобрано из скважин, пробуренных в северной части месторождения.

Начиная с 1995 года происходило ежегодное наращивание годовых отборов нефти, как за счет увеличения фонда скважин, так и за счет разработки сети выходов на мировые рынки сбыта сырой нефти. [7]

Максимальный отбор нефти достигнут в 2001 году – 12350,2 тыс.т, при этом темп отбора от начальных извлекаемых запасов составил 1,1 %. Степень выработки начальных извлекаемых запасов достигла 5,5 %. Текущий коэффициент нефтеизвлечения (КИН) составил 2,8 %.

В целях интенсификации притока на месторождении проводятся два вида мероприятий: соляно-кислотная обработка (СКО) призабойных зон скважин и кислотный гидроразрыв пласта (КГРП), поскольку пласты-коллекторы месторождения Тенгиз представлены известняками, на которые благоприятно воздействует соляная кислота [6].

Кислотная обработка предусматривает использование кислоты для проникновения в загрязненную приствольную зону пласта при давлении меньшем, чем давление гидроразрыва. Целью этой операции является удаление последствий загрязняющих воздействий на приствольную зону, имевших место в процессе бурения, освоения и капремонта скважины.

Дополнительные загрязнения возникают в процессе эксплуатации скважины в результате осаждения налета на перфорационных отверстиях и на сталь-

ковой скоростью. При взрыве проводника в жидкой среде в полости скважины максимальное давление достигается в момент сжатия среды в ударной волне. Ударная волна, выходя через перфорационные отверстия в зону проникновения в упругую среду, вызывает ее движение, быстро затухает, превращаясь в ряд последовательных колебаний, распространяющихся со скоростью упругих волн. Многократное повторение плазменного импульса в заданных точках рабочего интервала формирует широкополосный сигнал от 1 до 12 000 Гц с одновременным выделением значительного количества направленной энергии, которая комплексно нелинейно воздействует как на призабойную, так и на удаленную зону пласта.[3] Происходит многократное направленное термическое, акустическое, ударно-волновое и упругое воздействие на продуктивный пласт. В результате происходит декольматация призабойной зоны, очистка трещин и каналов от солей, твердых частиц, ароматических углеводородов, улучшается проницаемость контура питания скважины, в работу включаются ранее не промытые целики нефти, происходят другие благоприятные условия для односторонней миграции газожидкостной среды из зоны высокого давления в зону пониженного давления. Одновременно за счет резонансного эффекта (совпадение частоты сигнала с частотой продуктивного пласта) происходит перераспределение двухфазной жидкости (нефть/газ – вода) по вертикали.[3]

Технология ПИВ универсальна и может успешно применяться на всех этапах эксплуатации как добывающих, так и нагнетательных скважин:

-на стадии освоения – для вызова притока жидкости и быстрого вывода добывающей скважины на режим эксплуатации;

-на месторождениях поздней стадии разработки – на высокообводненных скважинах (более 75 %) в реальных геологических условиях без добавок в скважину химических реагентов, с целью повышения их дебита;

-на нагнетательных скважинах – с целью увеличения приемистости и выравнивания профиля приемистости.

Одной из основных особенностей технологии ПИВ является то, что при обработке одной скважины положительным дебитом откликаются соседние, связанные профилем фильтрации скважины, как правило, за счет снижения их обводненности.

На рисунке 1 показаны результаты применения этого метода в скважине № 4057 в Башкирии.

В.А. Ковалев, В.Д. Славников; Акад. горных наук, Кемер. отд-ние. – Кемерово: АГН. Кемер. отд-ние, 1999. – 110 с.

3. Калинин С. И. Геомеханическое обеспечение эффективной выемки мощных пологих пластов с труднообрушаемой кровлей механизированными комплексами [Текст] / С.И. Калинин, В.М. Колмагоров. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2002. – 113 с.

4. Рихтмайер Р. Разностные методы решения краевых задач [Текст] / Р. Рихтмайер, К. Мортон. – М.: Мир, 1972. – 414с.

5. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике [Текст] / А.Б. Фадеев – М.: Недра, 1987.

6. Цветков А.Б., Васильев П.В., Петрова О.А. Синтез краевой задачи теории упругости и статического давления для математического моделирования напряженно-деформированного состояния в угольном пласте и вмещающих породах при действии гравитации [Текст] / А.Б. Цветков, П.В. Васильев, О.А. Петрова // Горный информационно-аналитический бюллетень (специальный выпуск). – М.: Горная книга, 2012. – №12. – С. 3-9.

Турсынбайкызы Д. – магистрант

Казахский Национальный Технический Университет им. К. И. Сатпаева

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ УЗЕНЬ

В настоящее время основная добыча нефти обеспечивается месторождениями, находящимися на поздней стадии разработки, характеризующейся высокой степенью выработки запасов и обводненности добываемой продукции. Для увеличения добычи нефти работа ведется по нескольким направлениям. [1]

Месторождение Узень также находится на последней стадии разработки. Коэффициент нефтеотдачи для таких месторождений составляет 0,25 – 0,48, больше половины геологических запасов остаются не тронутыми. Одним из новых и перспективных методов увеличения нефтеотдачи является плазменно – импульсный метод. Этот метод уже применяется на нефтегазовых месторождениях за рубежом и хорошо зарекомендовал себя.[3]

Основой технологии плазменно-импульсного воздействия (ПИВ) на пласт является электрический разряд в жидкости через калиброванный металлический проводник (провода). Образуется плазменный канал, а сам проводник превращается в пар с высокой плотностью, температурой и высоким давлением, представляя собой ударную волну, которая распространяется со сверхзву-

ных трубных элементах. Осаждение кальцита (CaCO_3) может происходить в присутствии небольшого количества воды в скважине, а сульфиды железа возникают как побочные продукты коррозионной активности сероводорода (H_2S).

Для того, чтобы устранить повреждения при скважинной зоне коллектора, может использоваться кислотная обработка через гибкие НКТ. Гибкие НКТ спускаются в скважину и производится закачка кислоты с интенсивностью приблизительно 0,16 куб.м в минуту (1 баррель в минуту) при забойном давлении ниже давления гидроразрыва. Гибкие НКТ ведут закачку кислоты и перемещаются вниз и вверх по всей продуктивной зоне. Перемещение гибких НКТ помогает эффективной обработке всего интервала коллектора и, таким образом, работает как механический диверсификатор. Для обработки скважины обычно используется 15 % раствор соляной кислоты (HCl). Для кислотной обработки скважины обычно используется от 50 до 100 куб.м (315-630 баррелей) кислоты.

Соляно-кислотные обработки на месторождении проводились в период 1988-1993 гг., т.е. в период освоения скважин и начальной эксплуатации и с 2000 по 2001 г.г.

Всего на месторождении в период 1988-1993 гг. СКО проведено в 24 скважинах (36 скважино-операций) и с 2000 по 2001 г.г. – в 4 скважинах (220, 463, 5056 и 7252). Работы для каждой скважины проводились по индивидуальной программе оптимизации притока. Результаты проведенных СКО приведены в таблице 1.13.

Как видно из таблицы, в результате проведенных работ положительный эффект получен в 24 скважине (37 скважино-операций) в виде увеличения дебитов нефти в 1,1 (скв.104) – 2,04 раза (скв.113). По данным исследований коэффициенты продуктивности увеличились в 1,7 – 3 раза. По отдельным скважинам наблюдалось постепенное снижение дебитов, что привело к необходимости повторного воздействия СКО. При этом дебиты скважин увеличились до уровня дебитов, полученных после проведения первых СКО (№№6, 12, 16, 26, 419). По трем скважинам (скв.3 – интервал перфорации 4600-4798 м; скв.12 – интервал перфорации 4889-4914 м; скв.25 – интервал перфорации 4152-4197 м) эффект не получен из-за низкой продуктивности пластов. Кислотный гидроразрыв – это процесс интенсификации продуктивности скважин, при котором кислота нагнетается в пласт при давлении, достаточном для разрыва пласта. По мере движения кислоты вдоль образующейся трещины часть поверхности трещины растворяется, образуя проводной канал. Основная цель кислотного гидроразрыва – образовать проводные каналы достаточной длины, позволяющие более эффективно дренировать коллектор. При кислотном гидроразрыве возможно получение значения скин-фактора от –4 до –6.

Кислотный гидроразрыв производится в скважинах с низкой проницаемостью и низкой продуктивностью. Кислотные гидроразрывы были произведены как в платформенных скважинах, так и в скважинах краевой зоны. Использовалась соляная кислота 15-20 % концентрации. Обычно обработка производилась

при интенсивности закачки 2300-3500 л/мин (20-30 баррель/мин) в объеме от 250 до 500 м3 кислоты.

В период с 1993 года по март 2002 года интенсификации притока методом КГРП подверглись 17 скважин (№№21, 112, 113, 111, 320, 72, 116, 40, 11, 42, 3-К, 419, 1101, 5050, 43, 119, 15). Оценка эффективности проведенных работ по интенсификации сделана по изменению уровня добычи нефти, а также на основании результатов гидродинамических исследований. Эффективность обработки скважин методом КГРП и результаты гидродинамических исследований до и после проведения обработок приведены в таблице 1.14.

В октябре 1995 года был проведен кислотный гидроразрыв в скв. 21 (обработанный интервал – 63 м). Дебит до интенсификации притока – 720 т/сут, после – 1039 т/сут. Прирост добычи составил 319 т/сут (44 %).

В 1996 году интенсификации добычи методом КГРП подверглись 4 скважины (№№112, 113, 111, 320). Результаты исследований показывают, что в скважине №111(нобр=99м), проницаемость после КГРП увеличилась в 12 раз, гидропроводность – в 44 раза, скин-эффект снизился с 1,1 до 0,242, дебит скважины увеличился на 69 %.

В скважине №112 (нобр= 99м) за 6 месяцев (декабрь 1995 г. – июнь 1996 г.) снижение дебита нефти составило 170-200 т/сут. После стимуляции дебит увеличился на 205 %. В скважине №113 (нобр=237м) увеличение дебита составило 12 %.[4]

В скважине №320 (нобр=272м) кислотный гидроразрыв был проведен при освоении. По результатам исследований, проведенным до обработки, были получены небольшие значения проницаемости ($3,4 \cdot 10^{-3}$ мкм²), гидропроводности ($1,67 \cdot 10^{-3}$ мкм²·м/м Па·с), а также высокий скин-эффект (36,2). В настоящее время скважина относится к высокодебитному фонду, с дебитом, превышающим 1000 т/сут. Так как после обработки гидродинамические исследования в скважине не проводились, однозначная оценка эффективности проведенной стимуляции затруднительна.

В 1997 году кислотный гидроразрыв пласта провели в 3 скважинах (№72, 116, 40). В скважине №72 (нобр=257м) наблюдался незначительный эффект от КГРП: дебит на одном и том же режиме увеличился на 8 %. В скважине №116 (нобр=32м) дебит нефти увеличился более чем в два раза, соответственно отмечается повышение давления на устье с 16 МПа до 21 МПа (Dш=19мм). Максимальный эффект от проведения КГРП отмечается в скважине №40 – расчетная продуктивность возросла в 39 раз.[6]

Литература:

1. Технологическая схема разработки нефтяного месторождения Тенгиз. Отчёт Д. ОК 24921, ОАО Гипровостокнефть. Руководители: Пономарёв А.Г., Немков А.С., Ковалёва Г.А., Самара, 2002

приводит к разгрузке пород в краевой части пласта В и междупластья в окрестности точек В и D. Величины напряжений в области боковой границы В верхней выработки в результате подработки уменьшились более чем в два раза.

На противоположной границе верхней выработки в точке А разгрузки не наблюдается. Это подтверждает изолиния, соответствующая –4,47 МПа, проходящая у боковых границ А и С. Эффект разгрузки объясняется суперпозицией полей положительных напряжений в области, расположенной над кровлей нижней выработки и отрицательных напряжений в зоне боковой границы В верхней выработки. В результате взаимной компенсации областей растяжения и сжатия область положительных напряжений, расположенная над кровлей нижней выработки не обладает симметрией. Так как положительные напряжения не наблюдаются за пределами боковых границ нижней выработки, то ее разгружающее воздействие на границу А верхней выработки не наблюдается.

Анализ полученных результатов моделирования согласуется результатами шахтных наблюдений [2, 3]. Таким образом, разработанный комплекс проблемно-ориентированных программ позволяет моделировать взаимодействие выработок друг на друга в условиях воздействия гравитации.

Выводы

1. В статье продемонстрировано практическое применение разработанного комплекса проблемно-ориентированных программ, реализующего алгоритм синтеза математической модели горного массива, который на основе численного эксперимента позволил интерпретировать результаты натурных наблюдений.

2. В отличие от традиционной схемы применения метода конечных разностей в предлагаемом пакете программ этот численный метод позволил реализовать алгоритм синтеза модели кусочно-однородного объекта с различными физико-механическими свойствами за счет согласования условий на контактах.

3. Проведенное исследование относится к одному из этапов разработки системы компьютерного моделирования на основе комплекса проблемно-ориентированных программ, предназначенной для синтеза математических моделей-кандидатов с целью исследования геомеханических процессов в реальном массиве горных пород с системой выработок.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки по контракту №5.3832.2011.

Литература

1. Динник А.Н. Статьи по горному делу [Текст] / А.Н. Динник. – М.: Углетехиздат, 1957. – 193 с.

2. Фрянов В.Н. Управление геомеханическими процессами при отработке угольных пластов короткими забоями [Текст] / В.Н. Фрянов, П. В. Егоров,

величиной $-4,47$ МПа в нетронутом горном массиве на глубине 172 метра. Жирной пунктирной выделена изолиния, соответствующая $-4,47$ МПа, но уже при наличии выработки. Из рисунка 2а видно, что эта линия уровня принадлежит окрестностям обоих боковых границ А и В согласно рисунку 1б. Над кровлей выработки образуется область положительных напряжений в форме купола.

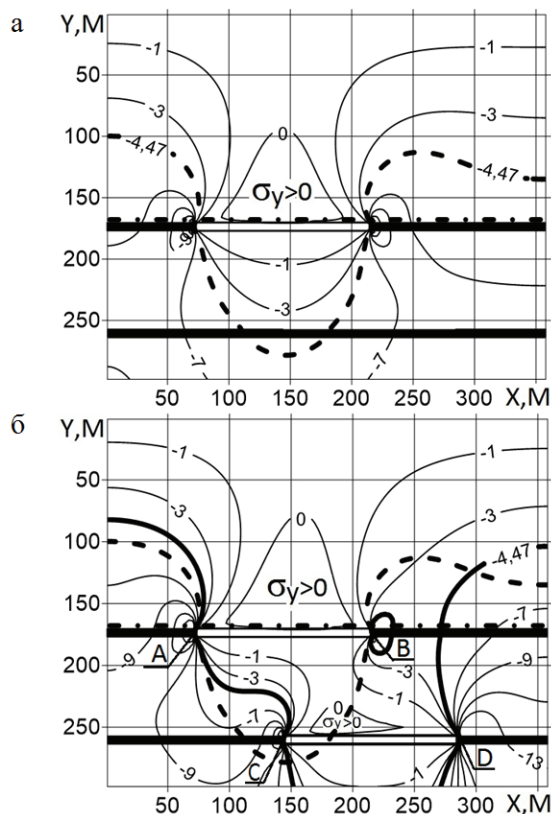


Рисунок 2 – Вертикальные напряжения МПа:
а – одна выработка, б – две выработки

На рисунке 2б приведено распределение напряжений при взаимном влиянии двух выработок. Сплошной жирной линией выделена изолиния соответствующая $-4,47$ МПа. Штрихпунктирная и пунктирные линии уровня соответствуют ее расположению на рисунке 2а и перенесены на рисунок 2б для наглядности. Из сопоставления рисунков 2а и 2б следует, что наличие второй выработки

2. Подсчет запасов нефти, растворенного газа и попутных компонентов месторождения Тенгиз. Отчет ТШО, Каспиймунайгаз, КазНИГРИ. Атырау, 2002

3. Анализ текущего состояния разработки месторождения Тенгиз (по состоянию на 01.01.05). Отчет по дог №ОК42417, АО НИПИнефтегаз. Руководитель Дружинина О.Н., Актау, 2005

4. Авторский надзор за реализацией Техсхемы разработки м. Тенгиз по состоянию на 01.01.07. Отчет по дог №ОК 200712 АО НИПИнефтегаз. Руководитель Дружинина О.Н., Актау, 2007

5. Анализ текущего состояния разработки месторождения Тенгиз (по состоянию на 01.01.08). Отчет по дог №595836, АО НИПИнефтегаз. Руководитель Дружинина О.Н., Актау, 2008

6. Перевод запасов нефти и растворенного газа из категории С2 в категорию С1

месторождения Тенгиз (Атырауская область Республики Казахстан) по состоянию на 01.09.2008 г., ТШО, АО НИПИнефтегаз, 2008

7. Месторождение Тенгиз. Отчет по моделированию коллектора 2002–Аспекты первичной добычи. ТШО. Июнь 2002

Аралбекова М.А., Кузембаев Б.С.

АО «Жезказганский университет имени О.А. Байконурова»

ПАСТООБРАЗНАЯ ЗАКЛАДОЧНАЯ СМЕСЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ СГУСТИТЕЛЯ ФИРМЫ WESTECH И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ТОО «КОРПОРАЦИЯ КАЗАХМЫС»

Одной из основных систем разработки рудника XXI века следует считать систему разработки с закладкой выработанного пространства в различных вариантах. Неотъемлемой частью технологии при таких системах является закладка выработанного пространства [1]. Применение закладки выработанного пространства позволяет управлять горным давлением, что повышает безопасность ведения горных работ, а также снизить негативное влияние горного производства на окружающую среду.

Полная закладка выработанного пространства имеет ряд преимуществ перед управлением кровлей обрушения:

- обеспечение наиболее полного извлечения полезного ископаемого;
- уменьшение оседания земной поверхности под влиянием горных пород;
- обеспечение безопасной и эффективной технологии очистной выемки богатых руд;

- сохранение для последующей выемки других промышленных типов руд, залегающих выше обрабатываемых богатых руд;
- управление горным давлением при очистной выемке;
- возможность подработки охраняемых объектов.

При использовании систем разработки с закладкой значительная доля затрат (до 15-25 %) в добыче руды приходится на закладочные работы.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает наибольшую перспективность использования пастообразной закладки.

Технология с применением пастообразной закладки обеспечивает полностью извлечения запасов и сохранность подрабатываемых объектов, однако как инструмент управления горным давлением, особенно при отработке пологопадающих и наклонных рудных месторождений, остаётся в «тени». Искусственный массив находится фактически в зоне разгрузки даже при полной подработке. В силу особенностей технологии возведения монолитной закладки, податливости искусственного массива, при пологом и наклонном падении залежи закладка не является полноценным инструментом управления горным давлением. Естественное напряжение перераспределяется и концентрируется в опорных зонах – рудных и породных разделительных целиках, концентрация напряжений в которых достигает $3\gamma H$ и более, создавая тяжёлые условия поддержания подготовительных выработок. Выработки, пройденные в разделительных и околоствольных целиках или в зонах их влияния на уровне вентиляционно-закладочных и откаточных горизонтов, испытывают прогрессирующее влияние опорного давления по мере сокращения целиков. В зависимости от прочности и структурного строения пород и руд слагающих целики, выработки на одних участках оказываются в условиях сильной концентрации напряжений, когда их величина приближается к мгновенной прочности руд или пород (создаётся удароопасная ситуация), на других, если массив представлен сильно нарушенными породами и рудами, разрушение выработок главным образом связано с неустойчивостью обнажений, склонностью массива к «расползанию» по тектоническим трещинам под действием опорных нагрузок [3].

Пастообразная закладка транспортируется в виде потока со структурным ядром, когда центральное ядро материала транспортируется по трубопроводу с определенной скоростью. Вне этого ядра скорость материала уменьшается с приближением к стенкам трубы. Основой материала,двигающегося с меньшей скоростью, являются тонкие фракции, которые служат в качестве смазочного материала для центрального ядра более крупных частиц. Считается, что для образования пасты необходимо, чтобы в смеси было не менее 15 % (по массе) частиц крупностью минус 20 мкм. Вода в пасте гидравлически связана с прослойкой воды между частицами в ядре. Согласно теории, скорость потока со структурным ядром является постоянной по ширине ядра, в то время, как наблюдается перепад скорости поперек смазочного слоя до нулевого значения на стенках трубопровода [1].

аргиллит, Ω_2 , Ω_4 – уголь, Ω_5 – алевролит. Два угольных пласта Ω_2 , Ω_4 и три породных слоя Ω_1 , Ω_3 , Ω_5 были получены рассечением расчетной области прямыми $y=172$ м, $y=175$ м, $y=259$ м, $y=262$ м.

Далее, последовательно в подобластях Ω_2 и Ω_4 были заданы с помощью дополнительных блоков сначала одна, а затем две выработки. В статье применялись следующие обозначения: $u(x, y)$, $v(x, y)$, σ_x , σ_y , горизонтальные, вертикальные перемещения и напряжения соответственно. Физико-механические свойства подобластей определялись величинами: λ_i , μ_i , ρ_i , где λ_i , μ_i – постоянные Ламе и ρ_i – плотность Ω_i . Горизонтальные границы задавались уравнениями: $y=H_j$, $j=1..4$.

Построение модели проводилось следующим образом. Для каждого блока прямоугольной формы Ω_i рассматривалась краевая задача теории упругости в следующей постановке. Найти вектор перемещений $U=(u, v)$, $u=u(x, y)$, $v=v(x, y)$, удовлетворяющий внутри Ω_i системе дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \mu_i (u''_{xx} + u''_{yy}) + (\lambda_i + \mu_i) (u''_{xx} + v''_{xy}) = 0, \\ \mu_i (v''_{xx} + v''_{yy}) + (\lambda_i + \mu_i) (u''_{xy} + v''_{yy}) + \rho_i g = 0 \end{cases} \quad (1)$$

и граничным условиям: $u(a, y)=0$, $u(b, y)=0$, $u(x, c)=0$, $u(x, d)=0$, $v'_x(a, y)=0$, $v'_x(b, y)=0$; $\sigma_y(x, c)=0$; $v(x, d)=0$. На внутренних границах H_1 , H_2 , H_3 , H_4 согласовывались напряжения и перемещения. Боковые границы выработок А, В, С и D имеют координаты x_A , x_B , x_C , x_D . Для проведения вычислительного эксперимента выбраны следующие структурные параметры модели в метрах: $a=0$, $b=260$, $c=0$, $d=300$, $x_A=73$, $x_B=216$, $x_C=144$, $x_D=288$, $H_1=172$, $H_2=175$, $H_3=259$ и $H_4=262$.

Краевая задача решалась при условии, что массовые силы направлены вдоль оси ОУ и создавались собственным весом пород. Физико-механические свойства задавались следующие: $\rho_1=2600$ кг/м³, $E_1=2,6 \cdot 10^4$ МПа, $\nu_1=0,28$, $\rho_2=1380$ кг/м³, $E_2=0,3 \cdot 10^4$ МПа, $\nu_2=0,34$, $\rho_3=2600$ кг/м³, $E_3=2,6 \cdot 10^4$ МПа, $\nu_3=0,28$, $\rho_4=1380$ кг/м³, $E_4=0,3 \cdot 10^4$ МПа, $\nu_4=0,34$, $\rho_5=2700$ кг/м³, $E_5=2,8 \cdot 10^4$ МПа, $\nu_5=0,27$.

Для решения задачи (1) разработаны программные модули, которые стали частью пакета проблемно-ориентированных программ. Вычислительный эксперимент проводился при 96000 узлах сетки.

Результаты численного решения приведены на рисунках 2а и 2б. На вертикальной оси отложена глубина, а по горизонтали протяженность моделируемого участка. Кривыми изображены линии уровня вертикальной компоненты тензора напряжений. Числа на линиях соответствуют величинам напряжений в МПа. Знак минус соответствует сжимающим напряжениям.

На рисунке 2а приведены результаты численного эксперимента для одной выработки. Штрихпунктирная линия соответствует вертикальным напряжениям

мя решения системы линейных уравнений, что актуально при высоком ее порядке и многократном проведении вычислительных экспериментов.

Исходный массив горной породы представлял собой область прямоугольной формы длиной 360 метров и глубиной 300 метров. Вмещающая толща включала два пласта угля прямоугольной формы. Их мощность составляла 3 метра. Первый пласт расположен на глубине 172 метра, а второй 259. Последовательно исследовались две модели этого горного участка. Расчетная область для каждой модели представлена на рисунках 1а и 1б. Сначала была синтезирована модель с одной выработкой, рисунок 1а. После проведения вычислительного эксперимента в первую модель была добавлена вторая выработка – рисунок 1б. С целью выявления влияния второй выработки на первую результаты, полученные на основе исследования построенных моделей, были сопоставлены между собой. Моделирование напряженно-деформированного состояния проводилось с учетом воздействия гравитации.

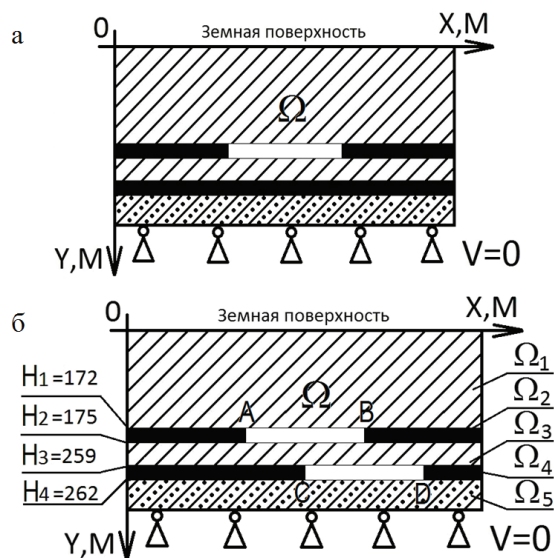


Рисунок 1 – Расчетная область Ω :
а – одна выработка, б – две выработки

Модель геомассива в прямоугольной системе координат представлена прямоугольником Ω соответствующих размеров. Расчетная область состояла из пяти подобластей $\Omega = \sum \Omega_i, i=1..5$. Каждая подобласть характеризует породы определенного типа. При моделировании было принято, что области Ω_1, Ω_3 это

Для увеличения дальности транспортирования закладочной смеси и повышения устойчивости транспортирования в трубопровод можно дополнительно подавать сжатый воздух в одной или нескольких точках. В этом случае на пневматическом участке транспортного трубопровода поток закладочной смеси разбивается на отдельные «пробки», разделенные между собой «пробками» сжатого воздуха [2].

Пастообразные закладочные смеси обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционно используемыми материалами в основном за счет более низкого содержания воды и возможности утилизировать хвосты флотации обогащательных фабрик. В частности только 2,5-3,0% обрабатываемого сырья обогащательных фабрик используется в металлургическом переделе, остальное количество складывается в мелко дисперсном состоянии в хвостохранилищах, которые наносят непоправимый ущерб окружающей природной среде, ухудшая ее качество и являясь одной из причин обострения экологической обстановки промышленного региона.

На территории г.Жезказгана в хвостохранилищах обогащательных фабрик №1,2 сосредоточено больше 1 млрд. т. флотационных отходов. В результате ветровой и водной эрозии мелко – дисперсные частицы хвостов обогащения рассеиваются в окружающую среду вредно влияя, как загрязнители окружающей среды.

Сокращение содержания воды улучшает прочность закладки, ее однородность, связность, минимизируя расслоение закладочного материала в выработанном пространстве после его укладки, резко снижается давление на изолирующие перемычки, что позволяет снизить затраты на возведение перемычек, дренаж и отвод воды, очистку горных выработок от заиливания. Утилизация хвостов флотации в закладку позволяет сократить размер бассейна хвостохранилища и снизить отрицательное экологическое воздействие на окружающую среду.

Принципиальные преимущества пастовой закладки:

1. Улучшенное качество:
 - минимальные потери цемента при дренировании;
 - однородная масса закладочной смеси без расслаивания в результате агрегации.
2. Пониженная стоимость материалов:
 - сокращение потребления цемента на 40-60 %;
 - сокращение расхода материалов для возведения перемычек до 80 %;
 - широкое использование твердых отходов горнообогащательного производства.
3. Повышенная продуктивность:
 - повышение интенсивности ведения закладочных работ, благодаря непрерывной подаче закладочной смеси в выработанное пространство, и связанное с этим сокращение времени на закладку до 20 %;
 - сокращение объема очистки выработок до 80 %.
4. Охрана окружающей среды:

- снижение объемов хвостохранилищ;
- пониженные требования к гидротехническому комплексу;
- снижение требований по рекультивации.

Существует ряд ограничений технологического и экономического характера:

- закладочные смеси с однородным гранулометрическим составом крайне трудно транспортировать по трубам за счет недостаточного содержания в них тонкой фракции, которая формирует пограничные условия потока для ядра;
- повышение объема тонкой фракции требует больших усилий по обезвоживанию закладочного материала, что в свою очередь требует повышенных расходов на оборудование и электроэнергию.

Для приготовления пастовой закладки можно применить технологию сгущения предлагаемой фирмой WesTech. Сгустители WesTesh HiFlo™ используются в различных видах производственных циклов. Они высокоэффективны в случаях, допускающих использование флокулянта в технологическом процессе, а именно хвосты сгущения, циклы противоточной деканации, концентратные и щелочные сгустители. Высокоскоростные сгустители созданы для работы на высоких пропускных способностях с меньшей площадью поверхности в сравнении с обычными сгустителями.

Деаэратор помогает минимизировать вспенивание питания путем извлечения лишнего воздуха из подаваемого в сгуститель материала. Множественные точки добавки [4].

Учитывая большой объем флотационных отходов, загрязняющих окружающую среду, на территории Жезказгана целесообразно использовать пастообразную закладочную смесь на шахтах ПО ЖЦМ ТОО «Корпорация Казахмыс».

Литература:

1. Крупник Л.А., Соколов Г.В. Закладочные смеси высокой плотности, их свойства и перспективы применения. Доклад в семинаре №13 симпозиума Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2005. – № 11. – С. 237-240.
2. К.т.н. Шапошник С.Н., д.т.н. Шапошник Ю.Н., Болатова А.Б. Выбор способа подачи литых закладочных смесей на рудниках Восточного Казахстана
3. Аглюков Х.И. Управление геомеханическими процессами при разработке рудных месторождений. Технологией с высокоплотной закладкой. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук
4. Рекламные буклеты фирмы WesTesh.

Цветков А.Б., Фрянов В.Н., Петрова О.А.

Сибирский государственный индустриальный университет, Россия

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДВУХ ВЫРАБОТОК В ГОРИЗОНТАЛЬНО-СЛОИСТОМ ГОРНОМ МАССИВЕ

Аннотация: В статье представлены результаты работы комплекса проблемно-ориентированных программ, построенного на концепции синтеза математической модели из неоднородных блоков, в соответствие каждому из которых ставится краевая задача теории упругости. Рассмотрена задача воздействия двух выработок друг на друга.

Ключевые слова: Математическая модель, геомассив, угольный пласт, выработка, вмещающие породы, метод конечных разностей, краевая задача теории упругости, синтез, гравитация.

Annotation: The results of work of complex of problem-oriented programs set on the synthesis concept of mathematical model of heterogeneous blocks is given in the article. A selvage problem of theory of elasticity is put in compliance with every of the blocks. A problem of reciprocal effect of two workings is viewed.

Key words: Mathematical model, geological massif, coal stratum, mine working, enclosing rocks, finite difference method, selvage problem of theory of elasticity, synthesis, gravitation.

В работе представлены результаты математического моделирования взаимодействия двух выработок, полученные с помощью комплекса проблемно-ориентированных программ. Программный пакет основан на методе синтеза математической модели горного массива из блоков с различными физико-механическими параметрами. Предполагается, что взаимодействие частей массива определяется контактными условиями. Блокам в качестве определяющих соотношений ставятся в соответствие краевые задачи теории упругости с различными физико-механическими свойствами. Поэтому, синтез единой математической модели блочной структуры производится посредством согласования граничных условий краевых задач. Такой метод построения модели позволяет учесть особенности взаимодействия участков массива между собой. Для реализации этой идеи в разработанном пакете применен метод конечных разностей [4], с помощью которого удалось согласовать условия на контактах и синтезировать модели горного массива с одной и двумя выработками. При таком подходе метод конечных разностей применен для построения моделей кусочно-однородного объекта. Метод конечных разностей приводит к меньшей ширине ленты основной матрицы системы по сравнению с методом конечных элементов [5]. Это позволило уменьшить вре-