

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
XXI НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ В РАМКАХ ПРОБЛЕМЫ
"НАУКА И МИР"**

ЧАСТЬ II

БРЕСТ, 1994

Исследование механизма износа контактных поверхностей колец опор скольжения

М.Е.Голуб, В.С.Пучинский

Особенностью опор скольжения является то, что в большинстве своем они работают в средах контактирующих с технологическим оборудованием. Часто рабочие среды не обладают хорошей смазочной способностью, температуростойкостью и чистотой.

Основным направлением борьбы с износом узлов трения было повышение твердости трущихся поверхностей деталей. В промышленности разработано большое количество методов повышения твердости материалов деталей машин включающих термическую, химико-термическую обработку и наплавку. Однако в условиях высоких нагрузок на контактные поверхности и высоких скоростей скольжения, такие методы упрочнения поверхностей оказались недостаточными.

В процессе поиска средств увеличения износостойкости деталей машин открыт эффект избирательного переноса. Это комплекс физикохимических явлений на контактные пары трения, которые снижают потери мощности на трение и предотвращают износ деталей. [1]

Определяющую роль в реализации эффекта избирательного переноса, как показала практика, играют не только смазочные среды, но и свойства самого материала трущихся деталей.

Наиболее приемлемыми являются материалы пар трения, структура которых включает твердый каркас, заполненный по микропорам пластичным металлическим связующим. Каркас обладает высокой твердостью, а пластичная связующая способностью в сочетании со смазкой создавать несущую износостойкую разделительную пленку трущихся поверхностей.

Разработано два способа нанесения износостойкого слоя трущихся поверхности деталей опор скольжения.

Первый способ заключается в напесовке разнозернистых порошков карбидов металлов с последующим их спеканием и пропиткой пластичными сплавами. [2]

Второй способ предусматривает послыное газопламенное или плазменное покрытие поверхности деталей поочередно порошками карбидов металлов и пластичных и теплопроводными сплавами на основании меди.

Существенное влияние на обоснование плотного и прочного металлокерамического материала оказывает способность связующих пластичных сплавов к смачиванию зерен карбидов металлов. В этом случае важным является выбор температурного режима сплавления.

Опыт эксплуатации некоторых пар трения из композиционного материала, тала показывает, что при работе в абразивной среде износостойкость композиционного материала снижается из-за разрыва пластичной связующей. Стойкость связующего зависит от размера пор, заполненных связующим и его состава. При легировании пропиточного материала элементами бора, кремния, марганца и фосфора износостойкость увеличивается.

Определены оптимальные составы таких материалов. Применение указанной технологии упрочнения деталей скольжения позволяет значительно повысить ресурс машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника. -М.: Машиностроение, 1985-424с
2. Голуб М.В. Износостойкие композиционные материалы на основе карбида вольфрама меди и никеля // Долговечность трущихся деталей машин. -М.: Машиностроение 1985-Вып.1 -с.217-284.

Оценка влияния процессов средней скорости на точность координатных перемещений рабочих органов станка с ЧПУ

В.П.Горбунов

При эксплуатации металлорежущих станков с ЧПУ за межналадочный период на точность обработки главное влияние оказывают процессы средней скорости, которые определяются в основном тепловыми деформациями узлов и механизмов станка, приводящих к изменению относительного положения инструмента и заготовки. Неравномерность распределения температуры, особенно для базовых деталей станка, приводит к линейному смещению оси шпинделя, а также к изменению его углового положения. Это ведет к изменению параметров поля геометрических погрешностей и смещению его начального положения. Данное влияние будет выражаться изменением погрешности позиционирования и погрешности геометрических параметров. Смещения узлов и деталей носят пространственный характер, но для удобства расчетов пространственные размерные цепи приводят к плоским выбирая в качестве направлений оси координат станка.

Смещения в станке по осям координат за счет тепловых деформаций в общем виде будут определяться следующими выражениями:

$$\begin{aligned}\Delta Y &= \sum_{i=1}^m \delta_{Yi} \pm \sum_{i=m+1}^n z_i \alpha_{Yi} \\ \Delta X &= \sum_{i=1}^m \delta_{Xi} \pm \sum_{i=m+1}^n y_i \alpha_{Xi} \\ \Delta Z &= \sum_{i=1}^m \delta_{Zi} \pm \sum_{i=m+1}^n z_i \alpha_{Zi}\end{aligned}\quad (1)$$

где $\delta_{Yi}, \delta_{Xi}, \delta_{Zi}$ - тепловые деформации i -го звена по соответствующим осям координат; n - общее число звеньев размерной цепи, исключая замыкающее звено; m - число звеньев, расположенных параллельно выбранному направлению по осям координат; Y_i, Z_i - расстояние от i -ой точки базовой детали до точки, неподвижно с ней связанной, смещение которой определяется по осям координат Y, Z ; α_Y, α_Z - углы изгиба базовых деталей в плоскостях YOZ, XOZ.

Изменение во времени нагрева значений Z_i не учитывается, т.к. они определяют малые изменения углов α .

Для многооперационных станков целесообразно учитывать смещения вдоль направления "X", которые определяются нарушением термосимметричности конструкции вследствие оснащения дополнительными энергоемкими устройствами.

Как показали предварительные исследования на многооперационном станке с ЧПУ модели MC 12-250, отклонение геометрических параметров в рассматриваемой плоскости стола под воздействием теплового режима (на примере установочных движений при обработке отверстий) изменяются незначительно. Главное влияние на точность координатных перемещений оказывают погрешности, связанные с перемещением рабочих органов, несущих инструмент (шпиндельная головка, шпиндель), местоположение ползуна, габаритные размеры детали и инструмента, а также режим работы шпинделя.

Испытания проводились при помощи измерительного комплекса "Сигнал-1", разработанного институтом надежности машин Академии Наук Республики Беларусь. Прибор позволяет осуществлять измерения линейных смещений вдоль направления движения рабочих органов станка (как в автоматическом, так и в ручном режимах работы), отклонений базовых поверхностей в рассматриваемой плоскости, расчет параметров погрешности позиционирования при одновременной фиксации температурного режима до семи контролируемых точек.

Таким образом, использование данного оборудования и приведенных зависимостей для расчета смещений в станке позволяют получить численные

значения координатных отклонений и путем коррекции их повысить точность перемещений рабочих органов станка с ЧПУ.

Технологический способ повышения прочности и износостойкости деталей машин

Г.С.Шулев, А.И. Горшунов, В.Ф.Соболев, Е.Н.Демиденко

Надежность и долговечность деталей и узлов механизмов в условиях эксплуатации, обеспечивается путем повышения износостойкости контактирующих поверхностей, которая в свою очередь достигается различными технологическими методами упрочнения, приводящими к повышению физико-механических свойств поверхностных слоев материала.

Среди традиционных методов упрочнения поверхностей широкое распространение получили поверхностное пластическое деформирование, химико-термическая и лазерная обработки, электроискровое легирование, нанесение износостойких покрытий и др. Наиболее перспективным, но малоисследованным методом повышения износостойкости деталей машин из конструкционных сталей и сплавов является магнитно-электрическая обработка, сущность которой состоит в переносе микрочастиц ферромагнитных порошковых материалов на упрочненную поверхность при комбинированном воздействии энергии магнитных и электрических полей.

Магнитно-электрическая обработка обеспечивает высокую твердость поверхности, хорошую адгезионную прочность формируемого слоя с основной металла, минимальные значения остаточных деформаций и коробления деталей, упрочненная поверхность не требует предварительной подготовки. В докладе рассмотрен один из методов реализации магнитно-электрической обработки и упрочнения быстроизнашиваемых деталей технологического оборудования металлургического производства. Приведены методики и результаты металлографических и электронно-микроскопических исследований структуры поверхностных слоев стали 45, полученных в результате магнитно-электрического упрочнения ферропорошками ФБ-17, ФБ-20. Показано, что глубина и микроструктура упрочненного слоя зависит, как от основных технологических режимов, так и химического состава ферромагнитных порошков и основы металлических образцов. Оптические исследования и триботехнические испытания упрочненных образцов позволили выявить поверхностные слои металла глубиной 0,2 ... 0,6 мм с развитой фрагментированной структурой, обладающей высокой твердостью и износостойкостью. Приведены сравнительные результаты исследования основных параметров микрогеометрии поверхности (R_a , R_{max} , R_z , Y , S), абразивной стойкости и истирающей способности конструкционных сталей

(сталь 45, сталь 20Х) после магнитно-электрического упрочнения ферропорошками типа ФБ-17 и упрочнения путем плазменного напыления покрытий порошками ПН 85Ю15 и ПГСР4.

Показано что при абразивном изнашивании, важное значение имеет фазовый состав и структурное строение упрочненных поверхностей. Установлено, что количество, размеры и характер распределения дисперсных включений боридов FeB , Fe_2B и карбидоборидных соединений, типа B_4C и B_2C в поверхностном слое стального контртела определяют характер и интенсивность процесса абразивного изнашивания. Обсуждается взаимосвязь износостойкости упрочненных поверхностей стальных образцов от характера структурных изменений в процессе фрикционного взаимодействия.

Эффективность метода магнитно-электрического упрочнения подтверждается результатами эксплуатационных испытаний быстроизнашиваемых деталей технологического оборудования металлургического производства.

Повышение эффективности магнитно-электрической обработки

Г.С.Шулев, В.Ф.Аникин, Е.Н.Демиденко, В.А.Люцко

Эффективность процессов магнитно-электрической обработки определяется их производительностью и качеством наносимого покрытия или обработанной поверхности, которые зависят от стабильности технологических параметров, для достижения которой необходимо создать определенные условия в зоне обработки. В частности, для магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) важно согласовать количество подводимой энергии с дозированной подачей ферромагнитного порошка в рабочий зазор между электродом-инструментом и обрабатываемой поверхностью детали.

В устройствах разработанных на кафедре "Технология машиностроения" стабилизация процесса МЭУ обеспечивается автоматическим регулированием электрического сопротивления в зоне обработки, путем изменения величины рабочего зазора. В рассматриваемом устройстве, в отличие от ранее описанных конструкций, регулирование величины рабочего зазора осуществляется в строго вертикальной плоскости с помощью дополнительного электромагнита с подпружиненным сердечником и блока стабилизации, выполненного по электронной схеме с гальванической развязкой силовой и управляющих частей. Это позволяет осуществлять процесс регулирования в режиме автоколебаний.

Синтез автоколебательной системы проводили аналитическим методом, основанно на гармонической линеаризации нелинейного элемента. В результате решения задачи синтеза построены номограммы, связывающие параметры режима автоколебаний: амплитуды и частоты с параметрами линейной части системы и параметрами нелинейного элемента.

Для оценки эффективности стабилизации процесса МЭУ проводились лабораторные испытания на машине трения СМТ-1 трением скольжения образцов по схеме "диск-колодка" в масляной среде содержащей абразив. Упрочнение образцов из сталей 20, 45 и 65Г проводилось ферропорошком марки ФБ-17 (ГОСТ 14848-69) с дисперсностью частиц 0,2-0,4 мкм на лабораторной установке. Часть образцов упрочнялась с использованием блока стабилизации, а часть без него. В качестве эталона использовались диски из стали ШХ 15 с НРС 62 ... 65.

Исследованиями установлено, что износостойкость дисков после МЭУ повышается в 2-3 раза по сравнению с закаленными, причем наибольшую износостойкость имеют образцы из сталей 65Г, 45. МЭУ со стабилизацией процесса повышает износостойкость образцов, по сравнению с МЭУ без стабилизации на 20-30% для всех марок сталей. Причем, износостойкость образцов из стали 45, упрочненных с применением стабилизации процесса несколько выше износостойкости образцов из стали 65Г, упрочненных без стабилизации. Что дает основание рекомендовать применение МЭУ со стабилизацией процесса для изготовления быстроизнашивающихся деталей машин из более дешевых сталей.

Треугольные зубчатые направляющие контактных уплотнений

**М.В.Голуб, А.Н.Неделькин, Ф.М.Сенюкевич,
Ю.А.Хоронжевский, И.А.Мирошниченко**

Винтовые направляющие предусматривает конструкция уплотнения по а.с. N 175031 с равномоментным режимом трения и автоматическим регулированием оптимального зазора между контактными кольцами, позволяющая повысить надежность и КПД насоса. При эвольвентной [1] образующей направляющие можно рассматривать как косозубое внутреннее зацепление с разностью чисел зубьев, равной нулю и большими углами наклона зубьев. Однако изготовление таких зацеплений является сложной технологической задачей, особенно для углов наклона зубьев более 35° [2].

При более технологичной прямолинейной образующей направляющие рассматриваем как многозаходную винтовую пару (или как зубчатое

косозубое треугольное соединение) с параметрами, выбираемыми из соотношений: число выступов (зубьев или витков) втулки и вала соответственно

$$a = 0,5 \cos \beta_1 [D_a \cos(\alpha/2) - \sqrt{d_b^2 - D_a^2 \sin^2(\alpha/2)}];$$

$$b = 0,5 \cos \beta_1 [\sqrt{d_b^2 - d_b^2 \sin^2(\beta/2)} - d_b \cos(\beta/2)].$$

где D_a, d_a - диаметры впадин и выступов у втулки, а D_b, d_b - у вала; d_s - средний (делительный) диаметр; β_1 - угол наклона витка (зуба).

Углы впадин втулки α и вала β находим из соотношения

$$\beta = \frac{360^\circ}{z},$$

где z - число выступов вала (впадин втулки).

Диаметры измерительных роликов d_{a_0}, d_{b_0} и размеры по роликам M_{a_0}, M_{b_0} втулки и вала соответственно:

$$d_{a_0} = 2a \operatorname{tg}(\alpha/2); \quad d_{b_0} = 2b \operatorname{tg}(\beta/2);$$

$$M_{a_0} = D_{a_0} - d_{a_0} - \frac{2a}{\cos(\alpha/2)}; \quad M_{b_0} = d_{b_0} + d_{b_0} + \frac{2b}{\cos(\beta/2)}.$$

Условие обеспечения подвижности направляющих в осевом направлении (отсутствие самоторможения винтовой пары или условие самоотвинчивания) для прямолинейной направляющей

$$\operatorname{tg} \beta_1 > f_{\text{в}} + \frac{d_{\text{в}} + f_{\text{в}}}{d_s}; \quad \operatorname{tg} \beta_1 = \tau_s / (\pi d_s),$$

где P_s - ход резьбы, $f_{\text{в}} = \frac{f}{\cos(\alpha/2)}$ - приведенный коэффициент трения в направляющих треугольного профиля ($f_{\text{в}} = 0,16 \dots 0,25$ при смазке); $d_{\text{в}}$ - средний диаметр опорной торцевой поверхности уплотнения; $f_{\text{в}}$ - коэффициент трения на опорной торцевой поверхности уплотнения ($f_{\text{в}} = 0,1 \dots 0,4$ при смазке). Следует отметить, что при пульсирующей нагрузке с частотой более 1000...1500 колебаний в минуту коэффициенты $f_{\text{в}}$ и $f_{\text{с}}$ снижаются в 4...5 раз.

Для эвольвентной образующей условие самоотвинчивания

$$\operatorname{tg} \beta_1 > f_{\text{в}} + d_{\text{в}} / (m z); \quad f_{\text{в}} = \frac{f}{\cos \alpha},$$

где α - угол зацепления; m - модуль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голуб М.В., Неделькин А.Н., Мирошниченко И.А., Косьянчук В.В., Хоронжевский Ю.А. Синтез зубчатых передач внутреннего зацепления с

большими углами наклона зуба и разностью чисел зубьев, равной нулю // Проблемы зубчатых передач в редукторостроении: Тезисы докладов научно-технической конференции. -Харьков, 1993, с.115.

2. Голуб М.В., Неделькин А.Н., Косьянчук В.В., Мирошниченко И.А., Хоронжевский Ю.А. Модернизация зубодолбежки станка для нарезания винтовой пары с большим углом наклона зуба // Ученые и специалисты Беларуси - народному хозяйству: Тезисы докладов научно-технической конференции. -Могилев, 1993, с.282.

Расчет увода сверла при обработке отверстий на стыке двух деталей комплекта плоскозубчатых роликовых пар

А.Н.Неделькин, В.И.Драган

На Гомельском заводе станочных узлов Московского станкостроительного производственного объединения "Красный пролетарий" в промышленное производство механизмов позиционирования (МП) автоматических револьверных головок (АРГ) токарных станков с числовым программным управлением изделий 16К20Т1, 16А20Ф3, 16А20РФ3 внедрены плоскозубчатые роликовые делительные колеса (ПРДК) по А.С.1688990; 1703384. Одно колесо (рис.1) жестко связано с инструментальным диском 1, а колесо 2 (с роликами) - с корпусом АРГ[1,2].

Конструкция ПРДК для АРГ содержит (рис.2) соосно установленное неподвижное 1 и подвижное 2 колеса, на обращенных друг к другу торцевых поверхностях каждого из которых выполнены чередующиеся радиально расположенные выступы и впадины. Причем на колесе 1 каждый выступ 4 ограничен цилиндрической поверхностью 5, а каждая впадина 6 ограничена плоской поверхностью 7, а торцевой поверхности подвижного колеса 2, наоборот, каждый выступ 8 ограничен плоской поверхностью 9, а каждая впадина 10 ограничена цилиндрической поверхностью 11. При этом высота h_1 выступов 4, ограниченных цилиндрической поверхностью 5 на неподвижном колесе 1 превышает высоту h_2 соответствующих им впадин 10, ограниченных цилиндрической поверхностью 11 подвижного колеса 2 на величину $\Delta h = h_1 - h_2$, достаточную для образования гарантированного зазора 12 между выступами 8 колеса 2 и впадинами 6 колеса 1, ограниченного плоскими поверхностями 9,7. Выступы 4 колеса 1 образованы цилиндрическими поверхностями 5 вставных цилиндрических роликов, установленных в пазах, причем ось каждого из роликов смещена относительно оси соответствующего ему паза на величину $\delta = h_1 - h_2$, и находящуюся в пределах $0,1 \dots 0,2D_p$, где D_p - диаметр ролика. Обработка отверстий под ролики в

собранном для этого комплекте (на стыке) - сложная технологическая задача, алгоритм которой приведен в докладе. Даны схемы для расчетов увода осевого инструмента. Предлагаются методики расчета и полученные зависимости величины увода сверла от основных конструктивных параметров и режимов мехобработки.

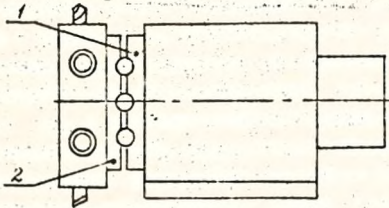


Рис. 1. Упрощенная схема АРГ с ПРДК

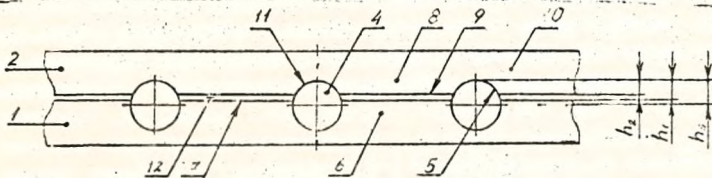


Рис. 2. Развертка по наружному диаметру ПРДК в зажатом фиксированном положении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берестнев О.В., Жук И.В., Неделькин А.Н. Зубчатые передачи с повышенной податливостью зубьев. - Минск: Наука и техника, 1993, - 184 с.
2. Берестнев О.В., Полонский В.А., Неделькин А.Н. Самоустанавливающиеся плоскопараллельные делительные зубчатые колеса. Мн., 1989, - 98с.

Оптимальное количество зубчатых пар механизма и передаточные числа отдельных ступеней

В.М.Благодарный

Надежность зубчатого механизма обеспечивается правильно и рационально выбранной конструкцией и обоснованными расчетами. Одним

из первых расчетов зубчатых механизмов перед разработкой кинематической схемы является определение количества зубчатых пар и разбивка общего передаточного числа по ступеням. При распределении общего передаточного числа по ступеням. При распределении общего передаточного числа по ступеням. При распределении общего передаточного числа зубчатого механизма по ступеням необходимо учитывать характер преобразования движения в механизме, число и расположение входного и выходных валов, предельные значения передаточных чисел в ступенях механизма и свойства отдельных типов передач, требуемую точность работы и обеспечение минимальной величины момента инерции механизма.

Разбивка общего передаточного числа зубчатого механизма по ступеням должна производиться с учетом требований обеспечения минимальных габаритов, минимизации массы, минимизации приведенного момента инерции механизма, рационального уменьшения приведенного момента инерции механизма и обеспечения стабильности его значения независимо от величины передаточного числа, минимизации погрешностей передачи. Рассмотрены условия выполнения приведенных требований для силовых и приборных зубчатых механизмов. Приведены соответствующие зависимости и номограммы для определения оптимального количества ступеней механизма и передаточных отношений. Разработаны методические указания по определению количества зубчатых пар механизма и разбивке общего передаточного числа по ступеням, которые рекомендуется использовать на начальной стадии проектирования зубчатого механизма.

Роль сил механического происхождения при магнитно-абразивной обработке

М.П.Кульгвайко, А.П.Лепший

Интенсивность абразивного воздействия частиц порошка на обрабатываемую поверхность при магнитно-абразивной обработке (МАО) определяется физико-механическими свойствами порошкового инструмента и кинематикой процесса. В схемах МАО с порошковым инструментом в виде кольцевой абразивной щетки, работающей периферией колеса, реализуется кинематический процесс резания. В таком процессе существенная роль в разрушении и удалении материала, наряду с силами магнитного поля, принадлежит механическим силам (инерционным и центробежным).

Инерционные силы возникают при кинематическом контакте движущегося потока порошка (инструмента) с поверхностью изделия. Условно принимая движущуюся массу порошка за гидродинамический поток,

воспользуемся расчётом гидродинамического давления потока на стенку, установленную под углом. Это усилие будет равно секунднему импульсу силы. Максимальное давление порошка, обусловленного инерционными силами, определяется выражением:

$$f_m^* = \omega^2 \gamma \rho^2 \cos^2 \varphi, \quad (1)$$

где ω - угловая скорость инструмента; γ - плотность потока (ферроабразивного порошка в инструменте); ρ и φ - координаты рассматриваемой точки обрабатываемой поверхности в цилиндрической системе координат с центром на оси инструмента.

Центробежные силы, действующие на отдельные зёрна порошка, возникают при вращении сформированного абразивного инструмента совместно с полусными наконечниками. Вне зоны обработки они уравновешиваются силами магнитного поля, которые сохраняют целостность инструмента. В зоне взаимодействия частиц с изделием действие центробежных сил передается на обрабатываемую поверхность. Поэтому представляется логичным принимать в расчет ту массу порошка, которая деформируется (оттесняется и уплотняется) поверхностью изделия, т.е. рабочую область инструмента. Глубина рабочей области инструмента:

$$h_{\text{раб}} = \frac{R - \rho}{\sin \varphi} \left(1 + K_{\text{мех}} \frac{\sqrt{\varepsilon}}{1 - \sqrt{\varepsilon}} \right), \quad (2)$$

где R - наружный радиус инструмента; $K_{\text{мех}}$ - коэффициент механического взаимодействия зёрен порошка в инструменте, $K_{\text{мех}} = \gamma' / \gamma_{\text{раб}}$; $\gamma_{\text{раб}}$ - рабочая плотность инструмента; ε - коэффициент плотности порошка в инструменте $\varepsilon = \gamma / \gamma_{\text{раб}}$.

Выполнив необходимые преобразования находим выражение максимального давления порошка от действия центробежных сил инерции:

$$f_m^* = \omega^2 R \gamma h_{\text{раб}} \sin \varphi \quad (3)$$

Численные значения давления, рассчитанные по формулам (1) и (3) для реализованных схем обработки и рекомендованных режимов процесса, достигают величин: f_m^* до 0.1...0.3 МПа; f_m^* до 0.03...0.1 МПа.

Давление порошкового инструмента от действия сил магнитного поля и напряжений бокового распора, достигает величины 1.2...1.8 МПа т.е. в несколько раз выше. Однако при этом следует учитывать распределение давления по поверхности обработки. Так, в частности, при обработке периферией кольцевого порошкового инструмента поверхностью вращения действия сил механического происхождения достигает максимальной вели-

чины в средней части рабочей зоны, где влияние магнитных сил и давления "заклинивания" минимально.

Таким образом, значимость влияния сил механического происхождения (инерционных и центробежных) на эффективность процесса обработки определяется величиной и характером их распределения в рабочей зоне, что необходимо учитывать при создании схем обработки в исследовании процесса резания при МАО.

Обрабатываемость ферромагнитными абразивами различных материалов

А.П.Акулич, А.П.Лепший, М.П.Кульгейко

Эффективность применения магнитно-абразивной обработки (МАО) в каждом отдельном случае требует решения вопросов подбора магнитно-абразивного порошка и обрабатываемого материала. Особое значение они приобретают при обработке изделий, обладающих большой пластичностью, твердостью. Поэтому целью проведенных исследований являлось определение влияния физико-механических свойств материала на обрабатываемость при МАО различными ферромагнитными абразивами.

По результатам предварительных исследований выбраны магнитно-абразивные порошки, обладающие наибольшей начальной режущей способностью (дроль чугуна колотая ДЧК-НВ 545...830, кремнистый сплав ФАД-9К-НВ 1260...1450, стальной песок СП17-НВ750, быстрорежущая сталь ПФО Р6М5-НВ750). В качестве образцов применялись плоские пластины из материалов с различными физико-механическими свойствами (сталь Х18Н10Т, медь М3, латунь Л62, алюминиевый сплав АД1). Обрабатываемость материалов оценивалась по весовому съему (ΔG) и шероховатости поверхности (Ra).

Прежде всего необходимо отметить, что даже незначительное увеличение магнитной проницаемости материала сопровождается перераспределением магнитных потоков в системе инструмент-деталь. При этом уменьшается жесткость инструмента и, как следствие, производительность МАО.

Результаты исследований позволяют сделать вывод, что характер зависимости весового съема от времени обработки одинаков при обработке различных материалов. При МАО цветных металлов наблюдается существенное затухание процесса обработки. Так, при обработке меди и медных сплавов уже после 15 мин происходит резкое уменьшение производительности, а при обработке алюминиевого сплава - после 10 мин

При формировании поверхности весьма мягких материалов, например, алюминия и алюминиевых сплавов (в нашем случае АД1) шероховатость поверхности мало изменяется в течение времени обработки.

Увеличен с времени обработки свыше 20 мин практически не изменило величину шероховатости для исследуемых материалов. Это объясняется тем, что зёрна порошка сформированного инструмента после удаления неровностей исходной поверхности создают новую шероховатость, обусловленную микрорельефом вершин самих ферроабразивных частиц. Так, при обработке исследуемых цветных металлов шероховатость поверхности с $R_a = 0.3$ мкм была достигнута за 10 мин при обработке сплава АД1, за 1.5 мин и 5 мин - соответственно латуни Л62 и меди М3.

Результаты обработки металлов и сплавов с близкими значениями физико-механических свойств однотипными порошками близки друг к другу. Однако при обработке материалов с большей пластичностью имеет место "засаливание" инструмента отходами обработки, уменьшение возможности переориентации зёрен порошка, что существенно влияет на производительность МАО.

При обработке твёрдого материала (стали Х18Н10Т) наблюдается постепенное снижение шероховатости поверхности, которая за 20-25 мин обработки имела значение $R_a = 0.4...0.5$ мкм и более при исходной $R_{max} = 1.0...1.2$ мкм.

Проведённые исследования позволяют сделать вывод, что обрабатываемость материалов зависит от многих факторов и в первую очередь от твердости и магнитной проницаемости заготовки и порошка.

Стимулирование повышения производительности системы машин

Н.А.Дубровский, Л.К.Галушкова

При повышении эффективности производства большую роль играет материальное стимулирование. Однако, как показал анализ вопросы стимулирования надлежащим образом еще не решены. Для решения этой проблемы все затраты, связанные с использованием техники, разделены на группы. В первую группу вошли затраты на материалы и услуги других производств, используемых при осуществлении механизированных процессов. Во вторую группу включены амортизационные отчисления. В третью - заработная плата, прем и, надбавки, дивиденды и др.

Имея данные о цене реализации произведенного продукта и ценах приобретения материалов и услуг других отраслей и производств, определяется стоимость, добавленная обработкой, а затем чистая прибыль.

Распределение прибыли предлагается осуществлять таким образом, чтобы ее величина в следующем периоде времени была не меньше, чем в планируемом. Расходы, связанные с использованием техники, растут по мере увеличения срока службы, что приводит к уменьшению прибыли при неизменных ценах реализации. Чтобы этого не допустить, снижаются затраты или повышается производительность машин и оборудования. Требуемая производительность машин определяется исходя из равенства удельных затрат, связанных с эксплуатацией машин в текущем и плановом периодах. Достигнуть требуемого уровня производительности предлагается за счет увеличения мощности машины, а последнюю путем увеличения инвестиций. Определив требуемую величину инвестиций, оставшуюся часть прибыли распределяют между участниками механизированного процесса.

Магнитно-электрическое упрочнение быстронашивающихся деталей машин

В.А.Лицко

Одним из эффективных технологических способов, позволяющих упрочнять быстронашивающиеся детали машин, является магнитно-электрическое упрочнение, сущность которого заключается в переносе ферромагнитных порошковых материалов на обрабатываемую поверхность при наложении энергии магнитных и электрических полей. Способ обеспечивает прочность микротвердость наносимого покрытия, хорошую адгезионную прочность формируемого слоя с основой металла, а также минимальные значения деформации и коробления деталей.

Для оценки эффективности магнитно-электрического упрочнения проводились лабораторные, стендовые и эксплуатационные испытания. Упрочнение образцов из сталей 20, 45, 40Х, 65 Г проводилось ферромагнитными порошками ФБ-10, ФБ-17, ФБХ-1 (ГОСТ 14848-69), а также изготовленными из чугуновой стружки СЧ20 с дисперсностью частиц 0,2-0,4 мм на специальной установке, оснащенной блоком стабилизации процесса и смонтированной на базе горизонтально-фрезерного станка мод. 6Р82Г и сварочного трансформатора ТД-500. В качестве охлаждающей среды применялись воздух, вода, азот. Лабораторные исследования износостойкости проводились на специальной установке, обеспечивающей возможность моделирования нестационарных условий нагружения при испытаниях. Установка позволяет производить испытания на ударно-

абразивнокоррозийное изнашивание в различных сочетаниях с элементами скольжения образца по абразивной прослойке, статического нагружения и изгиба в магнитном поле и без него.

Микротвердость упрочненной поверхности и распределение ее по глубине слоя оценивались по средним значениям результатов измерений на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке на индентс. 0,5 Н.

Стендовые и эксплуатационные испытания проводились на режущих элементах измельчающих аппаратов кормоуборочной техники и лопатках дробебетных установок.

Выполненные экспериментальные исследования показали, что износостойкость при различных видах нагрузок и условий эксплуатации существенно зависит как от состава ферромагнитного порошка, марки основного металла упрочняемой детали, так и от охлаждающей среды. При оптимальном сочетании вышеуказанных факторов износостойкость деталей машин различного технологического назначения может быть повышена в 1,5-3 раза по сравнению с традиционными термическими методами упрочнения.

Бетононасос

В.А.Ранский, В.И.Есавкин

В настоящее время в строительстве для транспортирования бетона по трубам наиболее широкое применение нашли поршневые бетононасосы марок С-296, С-252, С-284А, имеющие одинаковую принципиальную схему, но различную производительность и потребляемую мощность. При работе бетононасосов по однопоршневой схеме максимальная мощность используется в режиме нагнетания, что соответствует 180° поворота коленчатого вала; в режиме же всасывания мощность двигателя используется только на 10-15%, что так же соответствует 180° поворота коленчатого вала. Чтобы устранить пульсацию выхода бетона неизбежную при работе одного бетононасоса в транспортную схему включают параллельно два бетононасоса. Коэффициент использования мощности двигателя за полный цикл работы составляет порядка 0,6-0,65.

На кафедре машиноведения Брестского политехнического института разработана принципиально новая конструкция поршневого бетононасоса, при работе которого коэффициент использования мощности двигателя равен 1, т.к. режим нагнетания присутствует при любом положении приводного вала. Ход поршня при одинаковых диаметрах эксцентрика (кривошипа) в разработанной конструкции по сравнению с известными

увеличивается на 41%, что позволяет увеличить и удельную производительность, соответствующую одному обороту кривошипа. Это достигнуто за счет жесткого соединения двух поршней, связанных с кривошипной поступательной кулисой. Применение такой конструкции позволило уменьшить количество подвижных и соединительных деталей, что, соответственно, увеличивает надежность конструкции.

Образование структур при лазерном термоупрочнении коррозионностойкой стали 20×13 сканирующим лучом

Г.Я.Беляев, М.А.Мишкина, С.Э.Крайко

Эффективным направлением повышения твердости и износостойкости поверхности металлов и сплавов является термическое упрочнение поверхности изделия сканирующим лучом лазера без оплавления поверхности.

Термическое упрочнение поверхности металлов и сплавов сканирующим лазерным излучением основано на нагреве участка поверхности под воздействием излучения и последующем охлаждении этого поверхностного участка со сверхкритической скоростью в результате теплоотвода теплоты во внутренние слои металла, а также по аналогии с другими видами закалки заключается в формировании на этапе нагрева аустенитной структуры и ее последующем превращении в мартенсит на этапе охлаждения.

При лазерном термоупрочнении в стали получают те же фазы и структуры, что и при обычной закалке: мартенсит, цементит (карбиды), остаточный аустенит. Но высокие скорости охлаждения вызывают большую неоднородность структуры с неомогенностью аустенита. Возникает повышенная дефектность структуры вследствие усиления фазового наклепа, замедления процессов отжига и рекристаллизации. При этом происходит измельчение блоков, увеличение плотности дислокаций и рост напряжений в кристаллической решетке. Образующийся мартенсит более дисперсный, чем при обычной закалке.

Из рассмотренных особенностей образования структур видно, что микротвердость сталей после лазерной закалки на 2000 МПа и более выше микротвердости стальной, подвергнутой обычным видам закалки. Однако эта характеристика обеспечивается оптимальными режимами обработки.

При исследовании режимов лазерного термоупрочнения с применением сканирующего устройства существенное значение имеет относительно изменение температуры в зависимости от режимов обработки. Измеренное температурное поле образцов, облученных лазерным излучением, исследова-

микрошлифы, можно по значению приблизительной истинной температуры определить оптимальные параметры упрочнения, которые могут быть контролируемы.

Экспериментальные исследования по изучению тепловых полей, создаваемых сканирующим лазерным лучом проведены при помощи тепловизионной пирометрической системы ТПС-ИИ-42Т. Изменяемыми параметрами были амплитуда и частота сканирования при номинальной мощности технологической установки 800 Вт. Образцы изготавливали из стали марки 20Х13.

После обработки термопрофилей, выведенных на экран дисплея, проведен сравнительный анализ влияния на температуру поверхности частоты и амплитуды сканирования. Согласно экспериментальным данным можно сделать вывод, что при мощности излучения 800 Вт, частоте сканирования в пределах 600 Гц и амплитуде сканирования 17 мм, температура поверхности находится в пределах от 845 до 1026 в зависимости от положения точки измерения на полосе. Эта температура наиболее оптимальна для получения упрочняемого слоя. Металло-графический анализ подтверждает правильность экспериментальных и теоретических данных по малой толщине упрочняемого слоя. В общей сложности ошибка не превышает 10-15%, что вполне допустимо при данной постановке задачи без учета потерь тепла на конвекцию и излучение за счет принудительного обдува вследствие вращения диска сканатора со значительной скоростью.

Анализ легированных сталей затрудняется многообразием влияния легирующих элементов на структуру зоны лазерного воздействия. Так в легированной стали 20Х13 легирующие элементы обеспечивают повышение микротвердости после лазерной закалки.

Энергосберегающий способ управления манипулятором промышленного робота в технологических процессах

И.П.Филонов, А.Ф.Присевок, Л.В.Курч

Эффективность способов управления манипуляторами промышленных роботов можно повысить за счет снижения энергопотребления их приводов. Обобщенные координаты манипулятора разделяют на основные и вспомогательные. Основные обобщенные координаты обеспечивают движение схвата с деталью вдоль выбранной пространственной траектории, при неподвижных вспомогательных обобщенных координатах по формуле III.

$$\sigma = f(S_a) \quad (3)$$

где α_i - закон изменения i -той основной обобщенной координаты в функции от пути $S_{\text{схвата}}$.

Закон же изменения вспомогательных обобщенных координат рассчитывают таким образом, чтобы проекция траектории движения общего центра масс манипулятора на ось ординат Z_0 неподвижной системы координат X_0, Y_0, Z_0 была наименьшей и по возможности была наименьшей обща: длина траектории движения рассматриваемого центра масс.

При выполнении данных условий общее количество энергии затрачиваемое на перемещение манипулятора будет снижено. Рассмотрим два возможных варианта движения схвата с деталью вдоль заданной пространственной траектории.

1-й вариант - когда при перемещении схвата с деталью вдоль заданной пространственной траектории общий центр масс подвижных звеньев манипулятора и схвата с деталью переместится из точки D_0 с ординатой Z_{00}^* в точку D_1 с ординатой Z_{01}^* , где $Z_{01}^* < Z_{00}^*$. Тогда, из условия снижения проекции длины траектории общего центра масс манипулятора на ось ординат Z_0 , можно записать выражение (2).

$$A_0 + A_{\text{схв}} = A_{\text{св}} \quad (2)$$

где A_0 - работа по преодолению сил веса основных звеньев манипулятора.

$A_{\text{схв}}$ - работа по преодолению сил веса схвата с деталью.

$A_{\text{св}}$ - работа по преодолению сил веса вспомогательных звеньев манипулятора.

Значения $A_0 + A_{\text{схв}}$ и $A_{\text{св}}$ можно записать в виде выражений (3) и (4).

$$A_0 + A_{\text{схв}} = m_{01} g (Z_{01}^* - Z_{00}^*) \quad (3)$$

где $m_{01} = m_0 + m_{\text{схв}}$ - суммарная масса основных звеньев и манипулятора и схвата с деталью.

g - ускорение свободного падения.

$$A_{\text{св}} = m_{02} g (Z_{02}^* - Z_{01}^*) \quad (4)$$

где m_{02} - суммарная масса вспомогательных звеньев манипулятора.

Z_{02}^* - начальная ордината суммарного центра масс, m_{02}

Z_{01}^* - конечная ордината суммарного центра масс, m_{02} .

При перемещении звеньев манипулятора так, чтобы выполнялось равенство (2) общий центр масс манипулятора будет неподвижен относительно оси ординат, что снизит количество энергии, затрачиваемое на перемещение манипулятора вдоль заданной траектории, потенциальная же энергия вспомогательных звеньев манипулятора увеличится.

2-й вариант - когда при перемещении схвата с деталью вдоль заданной пространственной траектории общий центр масс подвижных звеньев манипулятора и схвата с деталью переместится из точки D_0 с координатой Z_{00}^* в точку D_1 с координатой Z_{01}^* , где $Z_{01}^* > Z_{00}^*$.

Тогда при выполнении равенства (2) общий центр масс манипулятора будет неподвижен относительно оси ординат, потенциальная же энергия запасная вспомогательными звеньями манипулятора уменьшится за счет частичной ее передачи в электрическую сеть.

Таким образом, при управлении приводами манипулятора так, чтобы происходило снижение длины траектории перемещения его общего центра масс, количество энергии, затрачиваемое на перемещение схвата с деталью вдоль заданной траектории, будет снижаться.

Использование вибрационного резания для дробления стружки

В.Г.Куптель, И.П.Филонэв, А.Ф.Присевск

Известно достаточно большое число методов направленных на решение проблемы свивной стружки, однако все они носят частный характер и имеют ограниченные области применения. Неотъемлемым свойством резания металлов как технологического процесса является наличие вибраций. Современные исследования вибраций при резании металлов ведутся по двум основным направлениям. Первое из них связано с гашением вибраций, неблагоприятных при механической обработке, ведущих к снижению точности обработки, качества поверхности, стойкости инструмента; второе - с освоением метода вибрационного резания, использующего положительное влияние вибраций. При правильном выборе направления колебаний, их частоты и амплитуды вибрационное резание гарантирует периодический излом стружки. Параметры вибрационного движения (частота, амплитуда), обеспечивающие дробление, определяются режимами резания, но не зависят от обрабатываемого материала. Действительно, комбинируя условие гарантированного стружкодробления, связывающее необходимые частоты и амплитуды вибраций, выглядит следующим образом:

$$A > \frac{0.5S_0}{\sin[(60f/n) - m] \cdot \pi}$$

где A - амплитуда вибраций; S_0 - подача на один оборот детали; f - частота вибраций; n - число оборотов детали; m - число, показывающее, сколько полных волн укладывается по длине окружности.

В ряде случаев при вибрационном резании создаются предпосылки для улучшения обрабатываемости материалов, а также для повышения стойкости инструмента. Знакопеременная нагрузка, возникающая при виброрезании, вызывает появление субмикроскопических трещин, вокруг которых концентрируются внутренние напряжения. Этот факт является пред-

посылкой повышения обрабатываемости материалов, особенно коррозионно-стойких и жаропрочных сталей. Наложение вибрации при резании заменяет непрерывное взаимодействие рабочих поверхностей инструмента с обрабатываемым материалом прерывистым и тем самым повышает эффективность воздействия окружающей среды путем более надежного периодического омыwania режущего клина инструмента СОЖ, что приводит к снижению температуры в зоне резания и повышению стойкости инструмента. Однако, одновременное обеспечение всех достоинств вибрационного резания вряд ли возможно практически, поскольку все характеристики резания металлов тесно взаимосвязаны.

Большинство существующих устройств для обработки с вибрацией имеют собственный источник энергии, возбуждающий необходимые колебания, что усложняет их конструкцию и использование. Более простым и целесообразным, на наш взгляд, является использование автоколебаний, обусловленных непосредственно процессом резания, для управления процессом образования стружки, и ее дробления. При этом автоколебательный процесс может быть получен: - правильным подбором режимов резания и геометрии инструмента; - рациональным изменением технологической системы с установкой специальных устройств, обеспечивающих возбуждение нужных автоколебаний.

Разработана и предложена конструкция резцедержателя для токарных резцов, воспроизводящая автоколебательное движение режущей кромки инструмента за счет создания специальных упругих элементов. Отличительной особенностью данной конструкции является ее универсальность, простота изготовления и эксплуатации, а также необходимость стружкодробления.

Исследование пористости полимерных защитных покрытий

А.Е.Русак, А.Ф.Присевок, Г.Я.Беляев

Исследование пористости полимерных покрытий проводилось с применением ортогонального центрального композиционного планирования. Математическая модель уравнений откликов от независимых переменных с учетом эффективности их взаимодействия и ошибок эксперимента была представлена в виде полинома второй степени.

В качестве независимых переменных были выбраны зернистость напыляемого порошка, дистанция напыления, расход рабочего газа. Зависимыми переменными являются различные показатели пористости газометрических покрытий. Для отсчета расчетов был осуществлен переход от

характера этого масштаба фактора к кодированному. Чтобы исключить влияние систематических ошибок, вызванных внешними условиями, было выполнено рандомизирование опытов по времени. Технология напыления менялась в соответствии с условиями планирования эксперимента. Остальные технологические параметры в процессе напыления выдерживались постоянными. Исследования пористости проводились стереометрическим методом. Источником информации о количестве и геометрических параметрах пор, а также их распределения по размерам служил полимернографический штифт, на поверхности которого подсчитывались и измерялись определенные геометрические величины пор.

Микроскопическое изображение микрошлифа из газоплазменных покрытий представляет собой полидисперсную систему темных пятен, соответствующих имеющимся в покрытиях порам светлой матрице покрытия. В исследовании был применен линейный автоматический анализатор EPIQUANT, работающий по методу хорд А.Г.Спектора, который подсчитывал и измерял эти темные пятна, различая их от светлой фазы матрицы покрытия.

Метод хорд предусматривает измерение по шлифу не диаметров их сечений, а длин хорд, получаемых при пересечении случайной прямой линией сечений пор (кругов) на шлифе. Важным преимуществом метода хорд является возможность использования его при автоматическом микроанализе структуры методом сканирования с применением оптической и телевизионной техники. В этом случае измерение длин хорд осуществляется точнее, чем, например, измерение диаметров плоских пор или их штифтов. Сканирование проводилось по 25 расположенным на равном расстоянии друг от друга параллельным случайным прямым линиям с общей длиной 100 мм на площади 4×4 мм² шлифа. На основании полученных данных плоских пор определялись основные параметры пористости, размеры пор и их распределение по размерным группам в объеме исследуемого материала.

В результате проведенных исследований разработана экспериментально-статистическая модель процесса образования пористости поверхности, которая позволяет управлять технологическими режимами процесса напыления с целью получения защитных полимерных покрытий с заданными физико-механическими свойствами для различных эксплуатационных сред. На основании математического планирования и моделирования экспериментов показано влияние основных технологических факторов процесса напыления на параметры пористости и их распределение по размерным группам.

Основные технологические факторы (зернистость порошка, дистанция напыления, расход рабочего газа), усиливающие нагрев распыляемых частиц и увеличивающие их кинетическую энергию, способствуют увеличению

пластической и уменьшению упругой деформации частиц и, следовательно, снижению пористости покрытий.

Исследования показали, что только оптимизация режимов напыления позволяет получить покрытия с заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Влияние погрешностей изготовления звеньев технологической системы и ее жесткости на выбор режимов обработки

И.П.Филонюк, Ю.Ю.Ярмак, А.В.Галица

Используемые в настоящее время методики выбора режимов обработки, а также методы настройки на размер не обеспечивают стабильности технологических процессов. Это связано в основном с тем, что данные методики не учитывают деформаций станка под действием сил резания и приводных усилий, а также допуски составляющих звеньев технологической системы и их совместное влияние на допуск обрабатываемой детали, как замыкающего звена размерной цепи.

Рассмотрим в качестве примера замкнутую технологическую систему токарного станка. Исходя из условия достижения требуемой точности Δd обрабатываемого размера d получим:

$$-Y_{\min} \leq \Delta d/2 - \sum \Delta A_j \quad (1)$$

где Y_{\min} , Y_{\max} - предельные величины отжима технологической системы, ΔA_j - поле допуска на размер j -го звена технологической системы;

$$Y_{\max}(x) = P_y^{\max} \cdot \max_{0 \leq x \leq 1} \alpha(x); Y_{\min}(x) = P_y^{\min} \cdot \min_{0 \leq x \leq 1} \alpha(x), \quad (2)$$

где $\max_{0 \leq x \leq 1} \alpha(x)$, $\min_{0 \leq x \leq 1} \alpha(x)$ - максимальное и минимальное значения функции податливости $\alpha(x)$ на отрезке $[0;1]$, причем первое из них определяется с учетом силы P_y^{\max} , а второе с учетом силы P_y^{\min} ; l - длина обрабатываемой заготовки; x - расстояние от торца передней бабки до точки, в которой производится обработка.

Функция податливости $\alpha(x)$ технологической системы токарного станка при обработке вала в центрах определяется в соответствии с выражением:

$$\alpha(x) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{J_{op}(P_i, l)} + \left(1 - \frac{x}{l}\right)^2 \frac{1}{J_{\text{зад}}} + \left(\frac{x}{l}\right)^2 \frac{1}{J_{\text{перед}}} + \frac{x^2 \cdot (l-x)^2}{3 \cdot E \cdot J \cdot l} \quad (3)$$

где J_{op} , $J_{\text{зад}}$, $J_{\text{перед}}$ - жесткость суппорта, передней бабки, задней бабки, определяемые в i -ом шаге нагружения в соответствии с формулой: $J = \frac{dP_i}{dy}$

n - количество шагов нагружения необходимое для достижения заданного усилия P_y ; E - модуль упругости материала заготовки; J - момент инерции сечения заготовки.

В итоге, для определения допустимой подачи, обеспечивающей заданный размер d с требуемой точностью Δd , при известных полях допусков на составляющие звенья размерной цепи Δl_i , колебаниях физико-механических свойств заготовки в пределах $[HB_{min}, HB_{max}]$ и экспериментально определенных зависимостях приращений деформаций dy технологической системы от приращения усилия резания dPy , нами предполагается использовать следующую формулу:

$$S_{доп} = \sqrt{\frac{\Delta d / n - \sum \Delta l_i}{(\max_{0 \leq x \leq 1} \alpha(x) \cdot HB_{max}) - (\min_{0 \leq x \leq 1} \alpha(x) \cdot HB_{min}) \cdot C_y \cdot t_{доп}^m}} \quad (5)$$

где $t_{доп}$ - заданная глубина резания, мм; $S_{доп}$ - допустимая подача, мм/об; C_y - коэффициент пропорциональности, учитывающий геометрию и материал инструмента, вид обработки; y_p, x_p, n - показатели степени влияния на силу резания $S_{доп}, t_{доп}, HB$ соответственно.

Полученная нами зависимость (5), в отличие от существующих методов выбора режимов обработки, позволяет при поиске допустимой подачи учесть: а) влияние непостоянства приращений деформаций технологической системы на точность обработки в зависимости от уровня сил резания, возникающих при обтачивании заготовок с различными физико-механическими свойствами материала; б) влияние допусков составляющих звеньев технологической системы и допуска обрабатываемой детали, как замыкающего звена, на выбор режимов резания.

Влияние процессов в плазменной струе на структуру и свойства покрытия

Г.Я.Беляев, Н.С.Ялковский

Эффективным направлением повышения жаропрочности, коррозионной стойкости, износостойкости и других важных свойств поверхности материала является нанесение различного рода газотермических покрытий, в том числе плазменных.

Защитные свойства покрытия определяются в основном следующими факторами: химическим составом покрытия, его пористостью, прочностью сцепления частиц покрытия с основой и между собой, остаточными напряжениями как в самом покрытии так и в основном материале.

На вышеперечисленные характеристики покрытия значительное влияние оказывают процессы, происходящие в плазменной струе во время перемещения напыляемого материала от плазматрона к поверхности заготовки. К этим процессам можно отнести: газодинамические процессы, процессы теплообмена, изменения химического состава и морфологические изменения.

Газодинамические процессы определяют характер движения частиц в различных зонах плазменной струи и запас кинетической энергии частицы к моменту соударения с напыляемой поверхностью.

Процессы теплообмена определяют запас тепловой энергии каждой частицы напыляемого материала. К ним относят:

1 - Нагрев напыляемых частиц потоком плазмы;

2 - Охлаждение частиц по мере удаления их от среза плазматрона и частиц, движущихся на периферии струи плазмы.

На практике имеет место неравномерное распределение температуры и скорости частиц по сечению плазменной струи как в продольном, так и в поперечном направлении. Опыты по напылению на неподвижную заготовку показали, что напыляемый материал распределяется по поверхности не равномерно, а по закону близкому к закону Гаусса. При этом в центре пятна напыления, где защитное покрытие формируется частицами, имеющими большую кинетическую и тепловую энергию, велико число полностью проплавленных и значительно деформированных частиц, которые имеют форму дисков. В результате чего покрытие имеет чешуйчатое строение и незначительную пористость.

Периферия пятна напыления, формируемая частицами малой энергии, характеризуется присутствием большого числа плохо проплавленных и недостаточно деформированных частиц, значительной величиной пористости и меньшей, по сравнению с центром пятна, прочностью сцепления частиц покрытия между собой и с основой.

На защитные свойства покрытия большое влияние оказывают процессы изменения химического состава напыляемого материала, происходящие в плазменной струе. К ним относят:

1 - Термическое разложение, имеющее место по отношению к оксидам (TiO_2 ; NiO), силикатам ($ZrSiO_4$ разлагается на ZrO_2 и SiO_2) и т.д.;

2 - Взаимодействие с окружающей средой (O_2 и N_2 воздуха) или с рабочим газом (часто используемый N_2) металлов, боридов, карбидов и наличие в покрытии продуктов этого взаимодействия, что значительно изменяет его свойства. Для карбидов, например, возможно уменьшение содержания углерода на 20-80%;

3 - Фазовые переходы с последующей фиксацией высокотемпературной фазы при быстром охлаждении покрытия (например переход α -фазы Al_2O_3 в γ -фазу), что вызывает необходимость последующей термической обработки.

Морфологические изменения представляют собой изменение формы напыляемых частиц при плавлении (сферондизация), изменение дисперсности частиц при их столкновении и разрушении во время движения в запыленной плазменной струе. Они также оказывают значительное влияние на структуру и свойства плазменного покрытия.

Аспекты неповторяемости работы впрысковой аппаратуры в двигателе с самовоспламенением от сжатия

Т.Чай

Дизельный двигатель еще долгое время будет самым распространенным источником энергии. Одновременно с повышением требований, предъявляемых современным двигателям с самовоспламенением от сжатия, растет интерес исследователей к топливной аппаратуре. Обращение исследователей к проблемам питания дизельных двигателей обусловлено не только общим развитием техники, но прежде всего высокими экологическими требованиями. В настоящее время эти исследования идут в следующих направлениях:

- ограничения выделения токсических веществ,
- уменьшения шума,
- поисков альтернативного дизельного топлива в связи с уменьшением ресурсов природных источников энергии.

Для удовлетворения все более обостряемых экологических норм и улучшения технико-экономических показателей двигателей с самовоспламенением от сжатия применяются:

- контролируемые вихри в цилиндре и турбулизация зарядов (4 клапана в цилиндре),
- автоматический впрыск топлива,
- высокое давление и большая скорость впрыска топлива,
- короткие топливопроводы высокого давления или даже насос-форсунка,
- соответствующая форма пространства сгорания,
- контролируемые наддув и охлаждение воздуха наддува,

- замедленное зажигание (сгорание двухступенчатое, благодаря чему получаем принцип слоистости зарядов, а в результате - уменьшение выделения H_2O , CO и CH_4),

- топлива, обладающие определенными физико-химическими свойствами.

Кроме того, для выполнения вышеперечисленных требований необходима технически исправная и высоконадежная система питания, которая обеспечит:

- правильность процесса впрыска,
- равномерное и повторяемое дозирование впрыскиваемого топлива,
- повторяемое время длительности цикла,
- постоянное давление открытия форсунки и пиковое давление в топливопроводе высокого давления.

В практике, несмотря на применение новых технических решений (электронные системы управления впрыском топлива), возникает проблема неповторяемости некоторых параметров впрыска. Точнее говоря - неповторяемость геометрических размеров, приводящая к неповторяемости дозирования рядных насосов-дозаторов, и неповторяемость проточных процессов, вызывающих неповторяемость изменений в топливопроводе.

Неповторяемость дозирования рядных насосов-дозаторов рассматривается лишь как неравномерность параметра впрыска между отдельными секциями (цилиндрами) в том же двигателе и вытекает из неточности регулировки: большого производственного допуска и износа отдельных элементов впрысковой аппаратуры. (Эту неповторяемость можно исключить за счет применения распределительных насосов-дозаторов высокого давления).

Неповторяемость изменений давления топлива в топливопроводе высокого давления определяется как временная и вытекает из нарушений в работе впрысковой аппаратуры, вызванных волновым протоком топлива в области впрыска. Несмотря на регулярность работы поршневой секции, гидродинамические явления вызывают в каждом процессе подачи топлива через топливопровод к форсунке непостоянное, изменчивое состояние протока. Исследуя вопросы волнистости с целью выяснения ее связи с неповторяемостью изменений в давлении топлива, было установлено следующее.

Во время закрытия движущимся поршнем впускного окна нагнетательной секции возникают гидравлические удары, которые переносятся на всю систему. Колебания в топливопроводах возникают вследствие изменений в объеме топлива, накопившегося между насосом и распылителем топлива, согласно изменению давления в топливопроводе.

Частота и амплитуда колебаний в топливопроводах зависит от массы и сжимаемости накопленного здесь топлива. Эти колебания вызываются волнами давления, бегущими в направлении форсунки в $\sim 4,5$ больше скорости звука в воздухе. В зависимости от рабочего положения форсунки вызывает различные реакции:

- если распылитель находится в открытом положении, то количество вытекающего топлива больше количества поступающего, вследствие чего появляется волна нагрузки, бегущая в направлении насоса;

- если распылитель закрыт, то волна, бегущая в обратном направлении, оттолкнувшись от распылителя, отступает и вызывает подъем топлива в топливопроводах, что приводит к росту среднего давления.

Одновременно следует добавить, что длина топливопроводов решительно влияет на полный объем впрысковой системы и связанную с ней величину упругой деформации столба топлива в впрысковой системе.

Все названные выше механизмы признаны за одну из причин возникновения явления неповторяемости изменения давления в топливопроводах выс. давления. Кроме того, было установлено, что на неповторяемость впрысковых процессов влияют также:

- температура поступающего топлива,
- физико-химические свойства топлива,
- доза подаваемого поршневой секцией топлива,
- давления открытия форсунки,
- скорость вращения насоса-дозатора выс. давления,
- техническое состояние впрысковой аппаратуры.

Все рассмотренные в настоящей работе вопросы неповторяемости работы впрысковой аппаратуры отрицательно влияют на работу дизельных двигателей (неравномерность работы), вызывают большой расход топлива, выделение вредных веществ и шум. Следовательно, необходимы дальнейшие исследования над всеми аспектами неповторяемости работы впрысковой аппаратуры, что в практике привело бы к исключению или, по крайней мере, к минимализации последствий этого явления.

Эта тематика рассматривается на занятиях по машиноведению, а ее цель заключается в том, чтобы познакомить студентов с технико-экономическими проблемами и показать достижения науки в области строительства и эксплуатации двигателей в внутреннего сгорания.

DETERMINING STIFFNESS OF WELDED T-JOINTS IN RECTANGULAR HOLLOW SECTIONS

M. Broniewicz, J. Szlendak

Rectangular hollow sections combine excellent strength properties with easy jointing possibilities. These sections are widely used for the construction of lattice frameworks in building design, bridges, towers, masts, etc. In the seventies many research programs were carried out to investigate strength of isolated T-, X-, K-, N- and KT- joints. Further theoretical investigations mostly based on yield line theory were carried out on axially loaded joints (Redwood, R. G., Mouty, J., Mang, F., Wardenier, J.) and moment connections (Brodka, J. and Szlendak, J.) The many configurations of joints in hollow sections and the various modes in which the joints can fail, lead to many joint strength criteria, so complicated that for the design recommendations simplified criteria are used. The range of validity of the design formulae is generally limited in such a way that the deformation criteria do not become decisive under service load conditions. As the criterion of failure the ultimate load capacity is used.

However, the estimation of the joint stiffness was the subject of study only few research programs. Joints of frames made of rectangular hollow sections are mainly flexible, because preferable production technology, that is direct welding tube to tube, causes considerable load on the slender wall of a chord. Moment-rotation curves are non-linear and sections have yielded already under small loading. The joint stiffness has not been expressed in formulae up to now. The design formulae are limited in the range of validity or take indirectly into account of a deformation limit. For example the basic criterion for chord face plastification for T-joints is the deformation limit of $0.01b_w$, where b_w is the chord width. Recently in the Technical University of Białystok a research programme has started in which all information regarding the joint stiffness are collected and analysed. In the theoretical part of the programme have been analysed about 180 results of the T-joint tests. The moment-rotation curves obtained from these tests were a tool to create the regression model of the joint stiffness for a large population of results. This model will be solve for individual parameters and will be create nomograms to easy reading stiffness for various configurations of joints.

Влияние биотоплива на мощность дизеля в неуставовившихся режимах работы

З.А.Керници

В последнее время значительно увеличивается интерес к альтернативным топливам для двигателей внутреннего сгорания. Основным поводом этого является необходимость уменьшения загрязнений природы автомобилями. Сегодня вредными считаются не только токсичные составляющие выхлопных газов, но и практически безвредный углекислый газ CO_2 . Глобальное увеличение количества CO_2 в атмосфере земли, обусловленное в большей степени сжиганием железных ископаемых, приводит к так называемому "тепличному эффекту". Опасаясь результатов этого явления, проводятся работы в области вторичных топлив, которые могли бы поправить баланс CO_2 . Особенно интересными в этой области могут показаться растительные топлива или так называемые биотоплива. Выработываемые главным образом из растительного масла, они дают возможность сохранить часть CO_2 в замкнутом цикле, а также повысить ассимиляцию CO_2 из атмосферы, благодаря увеличению поверхности пастбищных угодьев. Дополнительно, есть возможность ограничить эмиссию соединений серы и углеродородов, а также твердых частиц.

Биотоплива предназначенные для дизелей производятся чаще всего из масел, таких как: пальмовое, подсолнечное, рапсовое и тому подобных. В климатических условиях центральной Европы наиболее подходящим растением, для производства топлива, является рапс. В качестве топлива может быть использовано как сырое растительное масло, так и переработанное до состояния метилового или этилового эфира. Для дизеля можно использовать как: чистое растительное масло, так и перемешанное с дизельным топливом. Некоторые физико-химические свойства масел сильно отличаются от свойств дизельного топлива. Это приводит к техническим проблемам при использовании в типовых дизелях. Эстрификация растительного масла дает возможность приблизить свойства к свойствам дизельного топлива, произведенного из нефти. Однако цена этого топлива так велика, что на данный момент конкуренцией может служить смешанное сырое растительное масло и дизельное топливо.

Во многих научных заведениях производятся исследования на тему влияния биотоплив на рабочие параметры дизелей, а также на состав выхлопных газов. Исследования проведенные на тормозной установке, в стационарных условиях, показывают, что при использовании растительного масла, мощность двигателя меньше на 2-9% мощности двигателя при использовании дизельного топлива. Однако, заправляя двигатель смесью

рапсового масла и дизельного топлива получается, что при 60% рапсового масла мощности практически равны, а при 20% - на 2-3% выше. Даже если рапсовое масло прошло эстрификацию, то всё равно наблюдается снижение мощности двигателя около 3%. В общем можно сказать, что биотопливо снижает мощность двигателя, но незначительно.

Однако при исследовании двигателя в неустановившихся режимах работы мощность считается на основании измерения углового ускорения на коленчатом валу при разгоне. Разгон происходит в связи со скачкообразным увеличением до максимального размера порций топлива во время работы двигателя без внешней нагрузки, при малых оборотах. В этих условиях нагрузка двигателя обуславливается только внутренним сопротивлением, то есть рассчитанная таким образом мощность двигателя соответствует мощности на стенде во время снятия внешней характеристики.

Были проведены исследования четырехцилиндрового дизеля типа S-4002, работающего в неустановившихся режимах. Двигатель работал на смеси дизельного топлива и пищевого рапсового масла (OR). Состав смеси определялся из процентного содержания рапсового масла, например "Ne20" обозначает мощность двигателя при использовании топлива содержащего 20% рапсового масла. Полученные характеристики исследованного двигателя представлены на рисунке 1.

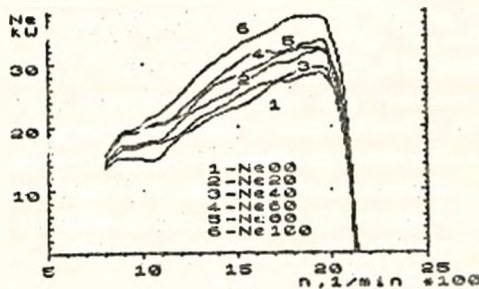


Рис. 1. Динамические характеристики $N_{\epsilon}=f(\epsilon)$ дизеля S-4002 питаемого на биотопливе, в состав которого входят: 1-10% OR, 2-20% OR, 3-40% OR, 4-60% OR, 5-80% OR, 6-100% OR.

Полученные результаты исследований показывают что при увеличении количества рапсового масла в топливе увеличивается мощность двигателя при ускорении. Однако эта зависимость не является стабильной,

так, например, при топливе 40% OR увеличение мощности намного меньше, чем в других условиях, а при топливах 60% OR и 80% OR мощности практически равны. Максимальная мощность была получена при использовании чистого рапсового масла. Можно допустить, что главной причиной изменений мощности, проявляющихся в неустановившихся режимах работы является разница физико-химических свойств дизельного топлива и рапсового масла (вязкость, плотность). Добавка рапсового масла в топливо может изменить характеристики системы питания, влияя на количество топлива или процесс впрыска

Обнаруженное во время динамических исследований двигателя явление может быть использовано для улучшения процесса питания и процесса сгорания биотоплива в дизелях. Изменения рабочих параметров двигателя, обусловленные свойствами топлива, могут иметь значение например для диагностических исследований, проводимых при помощи динамических методов измерения, так как могут привести к ошибочному диагнозу касающегося технического состояния двигателей.

Экономическая целесообразность изготовления деталей в гибком автоматизированном производстве

А.Свиць, К.Леник

Эффективность работы гибкого автоматизированного производства в значительной степени обусловлена соответствующим подбором деталей для обработки в системе. Квалификации деталей должно предшествовать определение рентабельности их обработки в ГАП.

Определение целесообразности обработки деталей требует разработки технологии (как для базового варианта так и ГАП) - а это связано с выполнением дорогостоящего экономического расчета.

При определении экономической целесообразности обработки деталей в ГАП в общем случае имеют место два варианта: гибкое автоматизированное производство для обработки деталей еще не создано; такая система уже существует:

П. и этом возможно, что:

- для детали имеется базовый технологический процесс (по которому деталь изготавливалась до переноса ее обработки в ГАП), а значит, разработанную для ГАП технологию есть с чем сравнить:

- нет базового технологического процесса, а значит, нет с чем сравнить разработанную для ГАП технологию.

В обоих случаях желательно иметь возможность определить целесообразность обработки деталей в ГАП без необходимости проектирования технологических процессов, например, для деталей базового процесса для предварительной классификации.

Предложена методика определения экономической целесообразности обработки деталей путем сравнения технологических процессов для ГАП и базового варианта, в этом случае предполагается, что для детали имеется технологический процесс ее обработки, а значит, и данные, характеризующие стоимость и время ее изготовления.

Для вновь вводимых в обработку деталей, во-первых, не имеется технологического процесса (базового варианта) с которым можно сравнить технологию разработанную для условий ГАП, во-вторых, хотелось бы определить их пригодность (или непригодность) для обработки в ГАП без необходимости разработки трудоемкого технологического процесса обработки.

Для этого разработан способ определения целесообразности обработки деталей в ГАП без необходимости проектирования технологического процесса их обработки. Для этой цели определена сложность (z) детали. Установлено, что на степень сложности составных элементов детали (плоскости, отверстия и винты) влияют следующие факторы: - плоскости: шероховатость, точность, размер r ос. X , размер v в оси Y ; -отверстия: диаметр, длина, шероховатость, отношение l/d , сквозность; -винты: вид, диаметр, шаг, длина.

Все они определяют оперативное время для данного составного элемента детали, причем основное время определяет в большей степени шероховатость и габариты, а вспомогательное время количество элементов и точность. Поэтому можно предположить, что сложность детали пропорциональна оперативному времени. Таким образом необходимо для всех технологических элементов и детали в целом получить оперативное время, которое будет определять сложность детали.

Разработан метод позволяющий определить пригодности детали для обработки в ГАП, без разработки технологического процесса (определяется сложность детали и сравнивается с ее предельным значением). Можно его довольно легко представить в форме программы на ЭВМ, работающей с базой данных о корпусных деталях. Несмотря на то, что этот метод прост, он позволяет получить довольно точные результаты (точнее методов, которые нашли применение для станков с ЧПУ- так как учитывает больше факторов определяющих сложность детали).

Найдена функциональная зависимость между стоимостью и временем обработки, с одной стороны, и сложностью, производственной

программой (Р) и величиной партии (N) с другой. Для детали с указанной производственной программой и величиной партии существует граничная сложность z_{gr} , при достижении которой обработка деталей в ГАП будет обоснованной.

Определение сложности детали по разработанной методике позволяет определить рациональное, по отношению к стоимости и времени обработки, производство применения ГАП. Анализ рационального производства приводит к следующим выводам:

- обработка малых партий деталей о небольшой сложности в ГАП является эффективной только при большой производственной программе;
- детали о большей сложности можно эффективно обработать в ГАП даже при небольшой производственной программе.

На основании заданной сложности Z, пользуясь рациональным пространством, можно определить при каких величинах N и Р обработка будет эффективной.

Исследования сопротивлений трению в зависимости от модели фрикционной пары

Г.Боровский, К.Леник

Возможности измерения величин сопротивлений трению фрикционной пары зависят от вида исследовательской машины. В большинстве исследовательские машины позволяют изменять силу трения и полный износ, реже можно проводить постоянное измерение интенсивности износа, а также измерение температуры на поверхности трения (1).

В докладе рассмотрены три избранные модели фрикционной пары, на основе которых при помощи соответствующих машин велись исследования сопротивлений трению. Примером одной из типичных машин для измерений величин сопротивлений трению является четырехшаровая машина. Она применяется для модели фрикционной пары типа шар-шар. Трещущими элементами являются четыре шара диаметром 12,7 мм, из которых три укреплены устойчиво, а четвертый обращается и одновременно прижимается к ним нормальной силой (рис.1.а). Мерой качества исследуемого смазочного средства являются диаметры следа износа на поверхности трех неподвижных шаров в течение одной минуты. Величина нормальной нагрузки, при которой происходит резкий рост момента трения и величины следов износа, является мерой смазочной способности исследуемого масла.

Фрикционная машина МТ2 разработана в Высшей инженерной школе в Радоме, служит для измерений силы трения и величин износа. Она опирается

на модель типа плоская поверхность-цилиндр. Фрикционный узел машины образует вращающийся ролик (противопробка) и два стержня (пробы) прижимаемые к его цилиндрической поверхности силой N (рис.1.б). Измерения позволяют подбирать материалы на узлы трения, подбирать смазочные средства, оценивать условия смазки, подбирать оптимальные параметры работы узла трения, и т.п. Измерительные величины передаются в компьютер, на мониторе проектируются ходы изменений параметров во время процесса.

Устройство для исследования сопротивления трению, сконструированное в Люблинском политехническом институте, позволяет измерять нормальную силу N и касательную P для модели типа две плоские поверхности, причем, один элемент фрикционной пары подвергается пластическим деформациям (рис.1.в). На этом устройстве можно замоделировать процессы пластической холодной обработки, такие как осадка и штамповка [2]. Величины сопротивлений трению можно определить, предполагая, например, постоянную величину деформации образца h . Измерительные данные записываются и преобразуются в компьютере. Они могут использоваться в авторской компьютерной программе SAPT для разработки технического процесса штамповки, например, под углом соответствующего подбора смазочного средства [3].

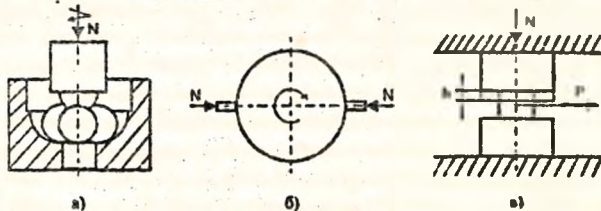


Рис.1. Схема нагрузок в машинах для исследований сопротивлений трению:

- а) четырехшаровая машина,
- б) фрикционная машина МТ2,
- в) устройство для трибологических исследований Люблинского политехнического института.

Примером исследований этого типа являются проведенные в Люблинском политехническом институте опыты, касающиеся подбора соответствующего смазочного средства из-за возможности выполнения осевосимметрических штампованных заготовок из алюминий ж лт. В этих исследования определена величина требуемого коэффициента трения для металлических листов с типичными и крайними прочностными показателями.

Это позволило подобрать соответствующие смазочные средства, для которых можно было получить доброкачественные штампованные заготовки даже сложной геометрической формы из жести худшего качества.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hebda M., Wachal A.: Trybologia, WNT, Warszawa 1980;
 [2] Lenik K., Borowski G.: Wplyw tarcia na irynyfikacje procesu tlaczenia. Materiały Konferencyjne "intertribo '93", Bratysława 1993, 71-75;
 [3] Lenik K., Borowski G.: Komputerowe wspomaganie badan doswiadczalnych w obrobce plastycznej na zimno. Materiały Naukowe: I Krajowa Konferencja "Komputerowe wspomaganie w kształceniu technicznym", Łublin 1994, 75-79.

Подбор технологических машин для гибкого автоматизированного производства

А.Свиць, К.Леник, К.Кушевски

Необходимое и достаточное для проектирования гибкого автоматизированного производства (в том числе и подбора технологических машин) количество информации содержится в деталях, которые будут в нем обрабатываться. Однако на современном уровне знаний по производственным процессам, мы не в состоянии ее выделить и соответствующим образом переработать а значит и изучить информационные связи в такой степени, чтобы информацию о деталях трансформировать в информацию, описывающую гибкое автоматизированное производство или его отдельные элементы. Трансформация информации о деталях в информацию о соответствующих элементах системы, на практике может быть реализована двумя путями: данные о деталях определяют факторы, которыми должны характеризоваться элементы системы, а значит исходные данные для их проектирования; - подбор среди имеющихся элементов системы (доступных на рынке), например, таких технологических машин, на которых будет возможность получения наиболее подходящих (близких к оптимальным) характеристик деталей. Необходимыми данными для подбора технологических машин для гибкого автоматизированного производства служат данные о технологическом оборудовании и деталях.

Такие данные, собранные на нескольких промышленных предприятиях Польши, в последующем подвергнуты соответствующей обработке с целью выделения состава информации, описывающей технологические машины и детали. Выделены признаки классификации деталей по конструкторско-технологическому подобию, такие как: материал, состояние поверхности

заготовки, габаритные размеры детали, число сторон обработки детали, форма обрабатываемых поверхностей, расположение обрабатываемых поверхностей на стенках детали, размеры обрабатываемых поверхностей, точность размеров, точность взаимного расположения поверхностей, точность поверхности, функции поверхности, термическая обработка, количество деталей в партии, производственная программа.

Технологические машины из базы данных предварительно необходимо рассортировать соответственно разработанной методике и отобранным критериям на группы, характеризующиеся однородностью выделенных параметров. На основании времени обработки и сложности деталей (для каждой из групп машин) принимается решение, какая группа будет использована в проектируемом ГАП. Эта группа машин рассматривается с целью выделения из нее возможных вариантов. После селекции и выбора имеется некоторое множество разнотипных машин $O = \{O_1, O_2, \dots, O_n\}$, из которых определяются наиболее зрелые составы (типы машин), на которых можно реализовать все виды обработок, необходимых для изготовления множества деталей. Генерируются возможные варианты и выделяется один или несколько для дальнейшего анализа.

Для полного определения подсистемы машин необходимо рассчитать количество машин каждого типа. Эта задача решается методом линейного программирования. Линейная функция, минимум которой необходимо найти, записывается следующим образом:

$$K = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

где:

K - стоимость подсистемы технологических машин,

c_{ij} - цена машины i -го типа,

x_{ij} - машина i -го типа реализующая j -й вид обработки,

n - количество типов машин в подсистеме,

m - количество видов обработок, необходимых для обработки деталей.

А ограничения формулируются следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n A_{ij} x_{ij} F = T_j \quad (j = 1, 2, \dots, m), \quad x_{ij} \geq 0,$$

где:

A_{ij} - возможность реализации j -го вида обработки на i -й машине,

T_j - время реализации (для множества деталей) j -го вида обработки,

F - фонд времени машины.

Решение относительно принятия конкретной подсистемы машин принимается на основании оценки экономической эффективности обработки множества деталей на последующих анализируемых группах машин. С этой целью для каждой из выделенных подсистем машин проводится имитация процесса обработки деталей. Она позволяет определить основные характеристики работы системы, необходимые для определения рациональной подсистемы технологических машин гибкого автоматизированного производства.

Повышение стойкости инструмента за счет нанесения покрытий методом металлизации

М.Малец, К.Леник, В.Ницета, П.Пенкала

Необходимость повышения стойкости кинематичных пар, а также увеличения сопротивления износу рабочих поверхностей элементов машин требует постоянного совершенствования технологического процесса нанесения покрытий. Перспективными в этом направлении могут быть исследования зависимостей свойств покрытий переменного состава от содержания различных компонентов. Вариации покрытий переменного состава получались методом напыления с применением металлизатора специальной конструкции (2). Особенностью этого металлизатора является то, что частички порошка разгонялись до больших скоростей сверхзвуковым потоком воздуха (ок. 400 м/с).

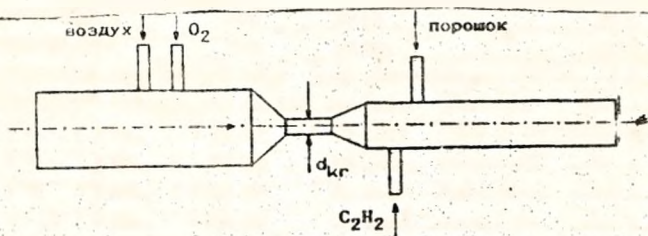


Рис. 1. Схема металлизатора

Скорость потока V_p и геометрические размеры сопла рассчитывались по известным зависимостям газовой динамики. Методика расчета приведена в работе (1). Покрытия получали из порошков на основе Ni и Fe. Толщина покрытий была в пределах 1-2 мм. В целях лучшей адгезии на образцах

предварительно изготавливались кольцевые проточки, непосредственно перед напылением образцы подогревались (3).



Рис. 2. Образцы из стали 45

1. образец перед напылением
2. образец с напыленным покрытием
3. образец после термообработки

Исследование износа проводилось на специальной установке на базе токарного станка на Кафедре Основ Техники Люблинского Политехнического института. Износ исследовался при торцевом трении, без смазки (сухое трение).

Таб. 1. Статистические результаты измерений

Lp.	Zawartosc skladnikow w powloce ochronnej		Srednia wartosc zuzycia (g)	Odchylenie standartowe	Granice przedzialu ufnosci
	NiCr	Fe			
1	—	100	0.1596	$2.15 \cdot 10^{-3}$	0.1571-0.1620
2	33	67	0.0748	$9.0 \cdot 10^{-4}$	0.0737-0.0758
3	67	33	0.0464	$1.1 \cdot 10^{-3}$	0.0451-0.0476
4	100	—	0.0196	$1.2 \cdot 10^{-3}$	0.0182-0.0209
5	bez powloki ochronnej po obrobce cieplnej		0.5813	$9.0 \cdot 10^{-3}$	0.5711-0.5914
6	bez powloki ochronnej bez obrobki cieplnej		0.6547	$1.28 \cdot 10^{-2}$	0.6401-0.6692

Результаты получены при одинаковых путях трения L-433.5(м) при удельном давлении 24.32 МПа и постоянной относительной скорости

$12.04 \cdot 10^{-4} (\%)$. Образцы были разделены на 6 групп с разным содержанием компонентов. Общие результаты испытаний представлены в таблице 1.

Выводы:

Исследования показали, что в пределах используемых давлений и скоростей разработанная технология позволит получить покрытия существенно меньшим износом (по сравнению с закаленной сталью 45). Дальнейшие исследования будут проводиться на конкретных деталях машины с износостойкими покрытиями.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Lukasik K., Niszczeta W., Weroni W. Obliczenia parametrów metalizatora do nanoszenia proszków przy zwiększonej predkości napyłania. 35 Krajowa Konferencja Spawalnicza. Mat. konf. str. 110-116. Czestochowa 1992.
- [2]. Malec M., Lenik K., Niszczeta W., Penkala P. 16 Międzynarodowe Sympozjum Naukowe. Mater. konf. tom "Mechanica" WSI w Zielonej Górze. Kwiecien 1994.
- [3]. Materiały handlowe firmy CASTOIN EUTECTIC S. A "Rototec 80" Szwajcaria.

Ферроабразивные порошки, используемые в процессах магнитно-абразивной обработки

Н.С.Хомич, А.П.Акулич, С.В.Михолап

Существенное влияние на качество поверхности изделия, подвергнутого магнитно-абразивной обработке (МАО), и производительность процесса оказывают ферромагнитный абразивный порошок (ФАП) и смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ).

В проводимых исследованиях для оценки режущей способности технологической среды при заданных параметрах процесса МАО использовался показатель удельного массового расхода материала с единицы площади поверхности G_s (мг/см²) и определялся параметр шероховатости обработанной поверхности R_a (мкм).

При выполнении работ по выбору ФАП для МАО наружных поверхностей различных изделий (например, труб, прутков, проволоки, листов, и лент) из различных материалов стремились обеспечить производительность процесса и шероховатость обработанных поверхностей используя порошки, получаемые по прогрессивной технологии из недефицитного сырья. Для исследований были выбраны следующие объекты: образцы обрабатываемых материалов - Л96; сталь 10; сталь 20; Д16Т; Л63; типы ФАП - ДЧК

ГОСТ 11964-8, ПФО Р6М5 ТУ27-104-02-86; Fe-TiC ТУ6-09-03-483-81, ФАД-9К ТУ2.036.022222.154-88, СП-17.

Показатель G_s составляет - 0.4-1.20 мг/см². Наилучшие режущие свойства показал порошок Fe-TiC, особенно при обработке цветных сплавов Л96, Л63 и стали 20. Несколько уступает ему по производительности (G_s) порошки СП-17, ФАД-9К и ДЧК. Порошок ПФО Р6М5 по показателю G_s уступает другим типам ФАП.

Хорошей полирующей способностью обладают порошки ДЧК, СП-17 и ПФО Р6М5. Использование ФАП на основе железа и карбида титана Fe-TiC для МАО цветных сплавов и сталей приводит к заметному потемнению поверхности образца, что объясняется наличием большого количества мелкой фракции карбидов при дроблении зёрен порошка и насыщением приповерхностного слоя образца углеродом и железом.

Средние значения характеристики качества обработки Ра для приведенных материалов близки по значению, составляют 0.4-0.6 мкм и находятся в пределах 8 класса шероховатости.

При выработке рекомендаций по применению порошков и СОЖ необходимо исходить из конкретных требований, предъявляемых к обработанным поверхностям. В одном случае, при магнитно-абразивной зачистке необходимо иметь высокую режущую способность порошка для удаления большого припуска. Для этого целесообразно использовать порошки ФАД-9К и Fe-TiC. В другом случае, при полировании изделий необходимо получить заданный параметр шероховатости и высокую отражательную способность поверхности. При этом рекомендуется применять порошки, обладающие полирующими способностями - ПФО Р6М5, ДЧК, СП-17.

В настоящее время в научно-инженерной фирме "Полимаг" Белорусской государственной политехнической академии проводятся работы по испытанию новых типов эффективных порошков, получаемых из отходов абразивного производства.

Оценка распылителей жидкости штанговых распылителей

А.В.Клечков, А.Е.Маркевич

Важнейшая проблема интенсивного применения средств защиты растений заключается в обеспечении равномерного распределения рабочей жидкости по ширине захвата. С ней связаны вопросы снижения расхода пре-

паратов, увеличения производительности труда, снижения загрязнения окружающей среды.

Проведены исследования по распределению жидкости в пределах факела распыла. Исследовались серийно выпускаемые целевые и дефлекторные распылители, а также распылители фирм Spraying System Co. и Delavan. Равномерность оценивалась по коэффициенту вариации.

При оценке вида распределения использовали коэффициенты $\beta_1 = \mu_2 / \mu_1^2$ и $\beta_2 = \mu_3 / \mu_1^3$, где μ_2, μ_3, μ_4 - центральные моменты соответственно 2, 3 и 4 порядка.

Полученные данные показывают, что распределение жидкости в пределах факела у всех испытанных распылителей, за исключением Teejet 15004, удовлетворяют нормальному закону по критериям асимметрии и эксцесса. Значения коэффициентов β_1 близки к нулю, а β_2 колеблются в пределах: для РЦ 110-1.0 и FS-75 - 1,64...2,078, что соответствует области U-образного распределения; для РЦ 110-1.6 и РД-1.6 - 1,831...2,6, что соответствует области между кривыми J-образного распределения и Г-распределения; для ТКSS-4 - 2,239...3,537, что соответствует области между кривыми J-образного β -распределения и логарифмического нормального распределения. Для FN-12 имеется большой разброс значений 1,734...3,15.

Проверка по критерию Пирсона подтвердила, что распределения являются нормальными для всех испытанных распылителей (за исключением Teejet 15004) при высоте их установки не менее 0,5 метра. Оптимальный шаг расстановки распылителей из условия получения минимальной суммарной неравномерности по штанге для распылителей с нормальным распределением жидкости равен утроенному значению среднего квадратического отклонения, и находится в пределах 0,5-1,6 м.

Методика расчета силового воздействия магнитно-абразивной среды на поверхность трубчатых изделий

В.Н.Апанович, Н.С.Хомич, А.П.Акулич, С.В.Михолап

Методика расчета силового воздействия магнитно-абразивной среды (МАС) на поверхность трубчатых изделий основана на методе внешних конечноэлементных аппроксимаций. Указанный метод обладает высокой точностью, а также рядом достоинств, в частности допускает использование других конечных элементов, имеющих формы произвольного (не обязательно выпуклого) n - угольника, что позволяет разрабатывать высокоэффективные системы програмы автоматизированного проектирования формы

полосных наконечников для магнитно-абразивной обработки (МАО) различных деталей. Для правильного понимания процесса МАО необходимо учитывать действие различных факторов. Одним из важнейших является давление флюидоабразивного порошка на обрабатываемую поверхность, влияющее на интенсивность съёма металла и формирование поверхностного слоя.

Данная методика позволила определить численное значение давления МАС на поверхность детали (например, трубы) в относительных единицах, рассчитать напряжение и скорости перемещения частиц порошка в элементах рабочего зазора (см. рис.)

Для решения задачи вводились следующие основные предположения:

- магнитно-абразивная среда считалась несжимаемой, поскольку сдвиговые деформации среды в процессе обработки несомненно велики по сравнению с объёмным;

- связь между тензорами напряжений, возникающими при движении среды, и скоростью деформаций предполагается линейной;

- силы инерции частиц в движении относительно обрабатываемой поверхности малы по сравнению с силами трения частиц между собой.

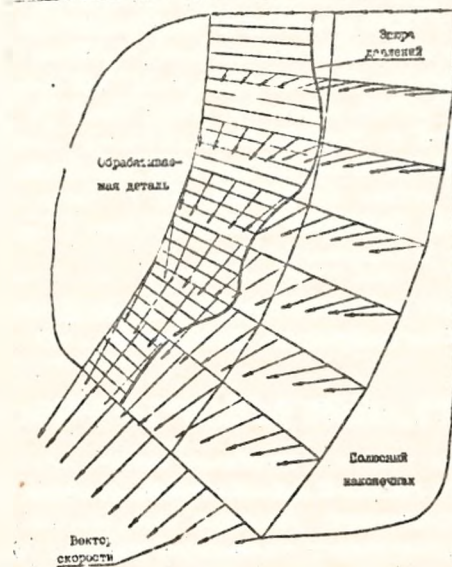


Рис. Распределение нормального давления и скоростей в рабочем зазоре полосного наконечника.

Установлено, что скорость перемещения частиц порошка в рабочем зазоре полюсного наконечника составляет 30-139 м/мин.

Применение смазочно-охлаждающих жидкостей для магнитно-абразивной обработки

С.В.Михолап, Л.И.Акулич, П.Н.Л. Гейнченко

В научно-инженерной фирме "Полимаг" БГПА. проводятся работы по выбору смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) для магнитно-абразивной обработки (МАО) наружных поверхностей изделий из труб, проволоки, листов и дисков из сталей, цветных металлов и сплавов.

Для оценки режущей и полирующей способности СОЖ использовали показатель удельного массового съема материала с единицы площади поверхности G_s (мг/см²), параметр шероховатости обработанной поверхности R_a (мкм) и отражательную способность поверхности детали O_c (%). В качестве исследуемого материала использовались: 1. доуглеродистая сталь 10, 20 и цветные сплавы Л96, Д16Г, Л63.

Известные составы СОЖ для механической обработки металлов не обеспечивают требуемое качество поверхности и производительность обработки при использовании в технологии МАО. Кроме того, ряд широко применяемых и достаточно эффективных составов СОЖ (Укдинол, Альбол, и т.п.) не соответствует современным требованиям с позиции гигиены и токсикологии, так как при их использовании резко повышается содержание канцерогенных веществ в самой СОЖ и в воздухе рабочей зоны.

Отражательная способность (O_c) поверхности образца существенно зависит от применяемой при обработке СОЖ и является показателем полирующей способности технологической среды.

При МАО температура обрабатываемой поверхности детали не превышает 100-200°C. Поэтому охлаждающее действие СОЖ для данного процесса не имеет первостепенного значения. Состав и свойства СОЖ оказывают существенное влияние на кинематику зёрен порошка и на процесс стружкообразования. Увеличение вязкости СОЖ способствует лучшему удержанию абразивной массы магнитным полем, что препятствует свободному перемещению зёрен в рабочем зазоре. Однако это приводит к ухудшению самозатачивания, снижению интенсивности резания при длительной работе и снижению производительности обработки.

Содержащиеся в СОЖ поверхностно-активные вещества (ПАВ) оказывают расклинивающее действие на обрабатываемую поверхность, снижая тем самым энергию, необходимую для осуществления процесса

стружкообразования. Действие такого эффекта особенно проявляется в процессах микро- и субмикрорезания, свойственных методу МАО.

Одним из путей интенсификации действия СОЖ при МАО является применение в качестве добавок известных олигомерных веществ (например, дикалиевая соль олигоуретанбисмочевиноексусной кислоты) синтезированных в институте химии высокомолекулярных соединений (ИХВС) АН Украины.

Характеристика производительности МАО - размерный съём металла при применении синтезированной СОЖ составляет $G_s=0.4-1.2$ мг/см², что на 20-40% выше, чем у известных СОЖ. Показатель Ra составляет 0.4-0.6 мкм, что на 50-60% меньше, чем у аналогов. При использовании предлагаемых СОЖ наиболее высокий показатель $O_s=80-150\%$ достигается при МАО цветных сплавов Л96, Л63 и Д16Т, меньшие значения $O_s=20-60\%$ имеют стали.¹

О нетрадиционной концепции обработки контактирующих поверхностей

Н.С.Хомич

Мировые потери металла от коррозии и износа огромны. Только в Германии потери от коррозии составляют более 20 млрд. марок в год. Актуальность проблемы очевидна.

Одно из самых эффективных решений - совершенствование структуры металла - снижение в нем дефектов - очагов разрушения. Если в металлургических производствах достигнуты определённые успехи, прежде всего при использовании процессов термической или химико-термической обработки, то при последующей механической обработке в поверхностный слой изделий вносится неоправданно большое количество нежелательных структурных изменений в виде микротрещин, прижогов, свободных дислокаций и других дефектов. Особенно это характерно для классических операций шлифования, при которых высокие значения давлений и локальных температур в зоне контакта изделия и инструмента способствуют формированию дефектного слоя металла толщиной порядка 10-50 мкм. Таким образом, уже на операции шлифования создаются условия интенсивного разрушения изделий.

Решению проблемы существенного повышения качества изделий и созданию новой концепции обработки контактирующих поверхностей посвящены многочисленные исследования, выполняемые в научно-инженерной фирме "Полимаг" БГПА.

Наиболее впечатляющие результаты получены при использовании на финишных отделочных операциях энергии магнитного поля (МП). Давно известный упрочняющий эффект импульсного воздействия МП на структуру металла проявляется в том, что под действием импульсов структура подвергается своеобразному циклическому "встряиванию", в результате которого происходит упорядочивание кристаллов, локализация и "закрепление" дислокаций и микротрещин, "залечивание" других дефектов. Благоприятное влияние МП усиливается, если имеет место сочетание его воздействия с процессом финишной обработки поверхности, осуществляемым на мягких режимах, то есть без жесткого контакта обрабатываемого изделия с режущим инструментом. Такие условия обеспечиваются, например, при магнитно-абразивной обработке (МАО). Порошок-инструмент под действием МП принимает вид "эластичной" щетки, которая и осуществляет полирование изделия. Процесс мягкого соскабливания - удаление дефектного слоя сопровождается воздействием импульсов МП на структуру металла, а в результате МАО формируется поверхностный слой с минимумом дефектов - потенциальных очагов разрушения. Если при шлифовании температура в зоне обработки составляет обычно 900-180°C, то при МАО она не превышает 120°C.

Процесс МАО эффективен не только при отделке поверхностей пар трения, но и на операциях полирования (зачистки) изделий перед сваркой, до и после нанесения покрытий. Съём металла при МАО составляет 3-30 мкм, а шероховатость поверхности снижается в 2-10 раз.

Наиболее характерные примеры промышленного применения МАО:

- в производстве втулок для полирования тяжёлонагруженных деталей привода вращения винта. На 20-40% повышены характеристики износостойкости и контактной прочности поверхностей изделий;
- в космическом аппаратостроении и химическом машиностроении для зачистки перед сваркой кромок изделий и проволоки из алюминий-магниевых сплавов. Замена экологически ущербной технологии химического травления в растворах кислоты, повышен срок пригодности изделий к сварке с 8 часов до 30 суток.
- в атомном машиностроении для полирования оболочек тепловыделяющих элементов из циркониевых сплавов.

Исследование влияния ультразвуковых колебаний на работу единичного зерна в процессе распиливания

Г.А.Галенюк

Повышение обрабатываемости сверхтвердых хрупких материалов резанием с использованием ультразвука подтверждено многочисленными исследованиями, проведенными как в нашей стране, так и за рубежом. Введение ультразвуковых колебаний в зону распиливания дает возможность увеличить количество ударов единичного алмазного зерна, находящегося в тонком, распиловочном диске, с 1 удара до n за один и тот же промежуток времени. В связи с этим увеличивается зона предразрушения, т.е. происходит повышение производительности процесса распиливания. В результате увеличения количества перемещений единичного зерна наблюдается также увеличение качества поверхности распиливаемого кристалла алмаза.

Ультразвуковые колебания в зону резания вводились через образец параллельно поверхности распиливания. При распиливании одновременно регистрировалась на самопишущем приборе глубина резания без и с ультразвуковыми колебаниями.

В работе приведена модель работы единичного алмазного зерна при введении ультразвуковых колебаний. Также приводится описание экспериментальной установки, на которой проводились исследования, в результате которых определено: количество ударов единичного алмазного зерна при введении ультразвука в зону распиливания, а также параметры, влияющие на производительность и качество распиливания при введении ультразвуковых колебаний.

Влияние ультразвуковых колебаний на эффективность процесса распиливания кристалла алмаза

М.Г.Киселев, В.Т.Минченя, Г.А.Галенюк

Применение ультразвука при резании материалов как лезвийными инструментами, так и абразивными отличается от обычного процесса резания значительно более высокими технологическими и качественными показателями, особенно при обработке труднообрабатываемых сверхтвердых материалов, в частности природного алмаза при изготовлении бриллиантов. Наиболее трудоемкой операцией при изготовлении бриллиантов является операция механического распиливания кристаллов алмаза тонкими (60 мкм)

алмазными распиловочными дисками. Интенсификация процесса распиливания может быть осуществлена с применением ультразвуковых колебаний (УЗК). При этом важно определить влияние вынужденных УЗК на производительность и качество распиливания кристаллов алмаза.

В работе приведена математическая модель взаимодействия кристалла алмаза с рабочей поверхностью распиловочного диска. Включен в аналитическом виде показатель эффективности распиливания для частного периодического закона движения взаимодействующих поверхностей при УЗК. Применительно к указанной модели задаче, на специальной установке проведены экспериментальные исследования по определению влияния амплитуды УЗК на производительность, качество распиливания и износоустойчивость распиловочных дисков.

В результате теоретических и экспериментальных исследований определены: показатель эффективности распиливания, тангенциальная составляющая силы резания, характер хрупкого разрушения кристаллов алмаза в зоне распиливания при ультразвуковом нагружении. Определены диапазоны значений параметров приводящие к увеличению производительности и качества процесса распиливания.

Прогрессивные схемы формообразования некруглых поверхностей

В.А.Даньлов, Л.А.Данилова

Расширение области применения профильных моментопределяющих соединений определяет актуальность синтеза прогрессивных схем формообразования некруглых поверхностей. Их обработке с осциллирующим движением инструмента присущи значительные интерационные издержки, а фрезерно-чечено - прерывистость процесса резания, что отрицательно влияет на производительность. Предложены схемы профилирования некруглых поверхностей ротационными резаками (а.с.982645), а также дисковыми (а.с.814595), цилиндрическими (а.с.1662770) и коническими (а.с.1303289) инструментами, лишенные отмеченных недостатков. Характерными для новых схем формообразования являются рациональная структура исполнительных движений, простая геометрическая форма инструментальной поверхности, возможность осуществить предварительной и окончательной обработки разными инструментами по общей схеме формообразования.

Интенсификация процессов обработки некруглых валов достигается выбором параметров установки инструмента (а.с.1623839, 178695) и исполнительных движений (а.с.1450931), совмещением схем чечено-фрезер-

полного формообразования при использовании комбинированных инструментов (а.с.1816535), обеспечением многократного профилирования обработанной поверхности за время одного прохода инструмента (а.с.1673278). На основе математического моделирования определены технологические возможности предложенных схем формообразования по форме образуемых поверхностей, а также необходимые для реализации рациональные параметры установки инструмента и кинематических схем обработки.

Из опыта работы ММИ по профориентации молодежи

А.А.Жолобов, А.А.Катькало

В течение последних двух-трех лет в ММИ произошла переоценка деятельности структурных подразделений по профориентации молодежи для поступления в институт. Анализ ранее применявшейся агитационной системы показал ее малую эффективность при значительных затратах.

В этой связи всю работу централизовали и сконцентрировали на факультете довузовской подготовки и профориентации, заменили разовую, сезонную кампанию систематической, долгосрочной и целенаправленной деятельностью. С этой целью был организован областной технический лицей при ММИ, заключены договоры с Могилевским технологическим колледжем, СШ N 31, гимназией N 16, Оршанским городом. В указанных учебных заведениях профориентационная и отборочная работа ведется в течение 2-х, 3-х лет, что способствует молодежи принять наиболее верное решение по выбору профессии.

Дополнительно этим факультетом ежегодно организуется проведение олимпиад по математике и физике, что способствует привлечению к поступлению в институт наиболее подготовленных и одаренных ребят из других учебных заведений региона.

В текущем учебном году по результатам двух олимпиад зачислено 19 первокурсников, из оловании совмещенных экзаменов - 62 студента. Анализ результатов этой сессии показывает, что 16 первокурсников из числа поступивших по результатам олимпиад учатся только на хорошо и отлично, 40 студентов из 62 поступивших на . две совмещения выпускных и вступительных экзаменов сдали сессию без троек. Средний балл этих студентов вышел к отметке 4,61.

В этом учебном году в олимпиаде по математике участие приняли 150 лучших выпускников школ региона, из которых 71 стали победителями.

В развитие профориентационной работы институт продолжает работать в области интеграции учебных планов ВУЗ-ССУЗ. В настоящее время уже работает два УНМО: ММИ-МСК и ММИ-МПТ. В рамках этих объединений интерес представляет не только сокращенный срок обучения выпускников колледжа и техникума, но и возможность в течение 2-х лет получить квалификацию в среднем учебном заведении тем студентам, которые не прошли аттестацию после 2-го курса обучения в ММИ.

Повышение эффективности работы линии низкого давления системы питания дизеля в условиях отрицательных температур

А.Н.Карташович, А.В.Гордовенко, В.С.Бранцович

Повышение надежности дизелей при эксплуатации на легких сортах топлива в зимних условиях во многом связано с работоспособностью топливоподающей аппаратуры, где возможно выпадение кристаллов твердых углеводородов из топлива и забиванием ими топливopроводов и штуцеров. Кроме того, с понижением температуры топлива, в топливной системе изменяются его эксплуатационные свойства: вязкость и плотность, что ведет к возрастанию сопротивления в системе и уменьшению степени наполнения насоса.

В результате исследования линии всасывания топливной системы дизеля Д-240 на стенде, была получена зависимость изменения вакуумметрического давления в топливopроводе от его длины, температуры окружающей среды и вязкости дизельного топлива. При предельном значении вязкости $\nu=1500$ сСт, которая соответствует температуре дизельного топлива марки "Л" равной $-18...-19^\circ\text{C}$, потери напора возрастают настолько, что происходит разрыв топливной струи.

Стендовые испытания прохождения контрольного объема топлива $V=500$ мл при частоте вращения вала ТНВД $n=1100$ мин, через систему питания дизеля показали, что при температуре топлива $T_t=-16^\circ\text{C}$ разница между вакуумметрическими давлениями на входе и выходе всасывающего топливopровода составила 15 кПа, а время истечения контрольного объема топлива равнялось 2 минутам.

С целью повышения эффективности работы топливоподающей аппаратуры при низких температурах было предложено использовать нагревательный элемент, выполненный из углеродных нитей, сравнительные испытания показали, что при силе тока $I=10$ А и напряжении на клеммах электроподогревателя $U=13,5$ В температура топлива на выходе из него

увеличилась с $T_t = -16^\circ\text{C}$ до $T_t = -1^\circ\text{C}$, а время прохождения контрольного объема топлива составило 40 секунд.

Выяснилось, что использование электроподогревателя позволяет сохранить работоспособность линий низкого давления системы питания дизеля до $T_t = -28^\circ\text{C}$, при работе на легких сортах топлива.

Защита топливной аппаратуры автотракторных дизелей от воды методом мембранной микрофильтрации

А.Н.Карташевич, Е.И.Мажугин, В.Д.Прудников

Одним из путей повышения надежности автотракторных дизелей в условиях реальной эксплуатации является применение высококачественных топлив. Основной причиной ухудшения эксплуатационных свойств дизельных топлив является попадание в них влаги, присутствие которой даже в малых количествах способно резко снизить надежность работы топливной аппаратуры автотракторных дизелей.

Одним из способов защиты автотракторных дизелей от воды представляется способ мембранной микрофильтрации. Опубликованные ранее теоретические предпосылки позволили обосновать для процесса микрофильтрации обратных эмульсий расход фильтрата, необходимый перепад давления, температуру фильтруемой жидкости, минимальную скорость движения эмульсии, обеспечивающую прохождение определенного размера эмульсионных капель воды через поры мембранного фильтра и снижающего вероятность забивания.

Экспериментальная проверка теоретических разработок выполнялась применительно к эмульсии "вода-дизельное топливо", т.е. решалась проблема обезвоживания дизельного топлива. По результатам лабораторных исследований был выполнен выбор материала мембранного фильтра. Им оказался фторопластовая трубчатая мембрана с диаметром пор 500 Å. По данным результатам был рассчитан и предложен мембранный фильтр, который предлагается устанавливать вместо серийного выпускаемого фильтра тонкой очистки дизельного топлива.

Исследование предложенной конструкции фильтра на дизеле Д-240 показали, что предложенный мембранный фильтр при изученных режимах фильтрации в состоянии полностью удовлетворять требования предъявляемые к дизельным топливам. Степень очистки дизельного топлива от воды достигает 86 %, а срок службы фильтрующего элемента без замены увеличивается в 3 раза.

Некоторые пути снижения дымности отработавших газов тракторных дизелей

А.Н.Карташевич, В.А.Белусов

Одним из основных токсических компонентов отработавших газов (ОГ) дизельных двигателей является сажа. Ее токсические свойства обусловлены адсорбированными на ней частицами канцерогенных полициклических, ароматических углеводородов, тяжелых металлов и др. Уменьшение дымности ОГ дизельным двигателем можно достичь двумя путями:

- путем совершенствования рабочего процесса и кинематического сгорания, оптимизацией внешних факторов влияющих на процесс сгорания топлив;
- путем установки систем очистки отработавших газов.

Воздействие на процессы сгорания топлив с целью уменьшения дымности ОГ может привести к увеличению содержания других вредных токсических веществ, а также к ухудшению мощностных и экономических показателей, что не всегда обусловлено при эксплуатации.

Установка дополнительных систем для снижения дымности ОГ дизелей увеличивает эксплуатационные затраты и стоимость самого трактора, но несмотря на это разработка фильтров для улавливания сажевых частиц - одно из самых серьезных направлений создания экологически чистых ДВС. Наибольшее применение для очистки ОГ от сажи нашли фильтры в качестве фильтрующего элемента которых применяется пористая керамика, металлическая пупанка, керамические волокна и т. д. Всем таким фильтрам присущи существенные недостатки, главные из которых - довольно быстрый рост перепада давлений до 10-15 кПа и необходимость иметь достаточно сложную систему термической регенерации. Поэтому нами проводится поиск новых путей для улавливания частиц сажи, работающих на других принципах, например, основанных на использовании центробежных и электрических сил.

(А. с. № 1456617, № 1703837; положительные решения по заявке № 93-0363,3 (036170))

Разработка и исследование таких фильтров может значительно уменьшить дымность ОГ автотракторных дизелей.

Совершенствование технологии изготовления пазовых кулачков для роликовых передач

М.Ф.Пашкевич, В.Т.Высоцкий

Планетарные роликовые передачи, обладающие известными положительными качествами, имеют один существенный недостаток - низкую технологичность звеньев с периодическим профилем. Такой профиль формируется на станке с ЧПУ концевой фрезой, ось которой перемещается по замкнутой периодической кривой, описываемой в полярных координатах уравнением

$$\rho = \sqrt{R^2 - A^2 \sin^2 z\varphi} + A \cos z\varphi,$$

где ρ и φ полярные координаты, R - средний радиус периодической канавки, A - ее амплитуда, z - число периодов. Производительность фрезерования и стойкость концевой фрезы низкие, а отделочная обработка рабочих поверхностей периодической канавки затруднена и практически не используется, что ведет к снижению КПД роликовой передачи.

Расчеты на ЭВМ и экспериментальная проверка показали, что замкнутые периодические канавки на торцах диска можно заменить участками прямых чередующегося наклона, так как погрешности, связанные с такой аппроксимацией, не вносят существенных нарушений работоспособности передач. Однако при этом значительно упрощается изготовление периодического профиля за счет возможности использования универсальных фрезерных станков и более производительного процесса фрезерования дисковыми фрезами. Появляется также возможность шлифования рабочих поверхностей канавок после термической обработки.

В работе приводятся результаты исследований точности аппроксимации и КПД передач с прямолинейными пазовыми кулачками.

К вопросу расчета температурных полей в телах цилиндрической формы при термоциклическом режиме нагрева

В.И.Гладковский, Р.Г.Каролинский, В.Ф.Кондратюк, А.Е.Крушевский, М.И.Сазонов

Из практики упрочнения поверхности деталей посредством плазменно-ионного нанесения различных износостойких покрытий известно, что при длительном режиме нагрева и постоянном токе дуги в объекте упрочнения появляются недопустимые тепловые нагрузки, вследствие которых он теряет

свои прочностные и износостойкие характеристики

С целью преодоления указанного недостатка необходимо применять так называемый режим термоциклирования, т.е. регулировать время нагрева и остывания объекта упрочнения посредством кратковременного включения и выключения дуги. Это обеспечит равномерное распределение температурного поля по поверхности объекта упрочнения. Однако в этом случае перед исследователями встает задача оптимизации режима термоциклирования, так как очевидно, что в технологическом производственном процессе при большой мощности дуги невозможно достичь состояния равномерного распределения температуры во всем объеме объекта упрочнения. Следовательно, с целью повышения производительности установки желательное время остывания объекта упрочнения сократить до минимума. Однако в этом случае при расчете повторного цикла нагрева объекта упрочнения приходится сталкиваться с нелинейной краевой задачей, решение которой еще более усложняется при попытке учета лучистого теплообмена неравномерно нагретого тела. По всей видимости единственно разумным выходом в создавшейся ситуации является проведение вычислительного эксперимента, в основе которого лежит численный расчет соответствующей нестационарной нелинейной краевой задачи с применением в последующем процедуры оптимизации режима теплового нагрева.

Методика расчета силовых параметров дисковых биофильтро-отстойников

О.А.Медведев

Дисковые биофильтры-отстойники (ДБФО) являются перспективным и эффективным средством очистки концентрированных сточных вод, например, предприятий мясомолочной промышленности. Это обусловлено одновременным действием гравитационного осаждения и биоценоза. ДБФО состоит из круглой ванны с вертикальной осью, вокруг которой вращаются радиально расположенные валы с тонкими виниловыми дисками. Валы с дисками также медленно вращаются вокруг своих осей. Коническое дно ванны обуславливает равномерное увеличение диаметров дисков на валах от вертикальной оси ванны к ее периферии. Разные диаметры и скорости движения дисков определяют разные значения гидравлического сопротивления на каждом диске вала. Поэтому расчетная схема вала ДБФО включает следующие виды силовых нагрузок: 1) распределенный по длине по закону параболы четвертой степени крутящий момент от гидравлического сопротивления вращению дисков вокруг своей оси; 2) поперечная сила в

горизонтальной плоскости, распределенная по длине вала по закону параболы четвертой степени от гидродинамического сопротивления вращению валов с дисками вокруг центральной вертикальной оси; 3) поперечная сила в вертикальной плоскости, распределенная по длине вала по закону квадратичной параболы от вес дисков с биспассой. С учетом данных условий нагружения, основных положений гидродинамики и теории сопротивления материалов разработана методика расчета крутящих и изгибающих моментов на валах, координат экстремальных сечений, величин прогибов, углов поворотов сечений. Ее использование позволит обоснованно выбирать параметры механической части ДБФО.

Универсальная форма для изготовления стеновых панелей самонапряженных резервуаров

В.И.Савкин, В.А.Ранский

Строительство самонапряженных резервуаров в настоящее время позволяет решить одну из важнейших проблем - экологическую. Самонапряженные резервуары используются как водозаборные сооружения и как канализационные насосные станции.

По емкости они могут быть от 1 м до 500 м³. Диаметр с увеличением емкости изменяется в пределах (6+18) м.

При строительстве таких сооружений используются стеновые панели с различным радиусом кривизны. Технология изготовления стеновых панелей на сегодняшний день требует новых технических решений в формовочном оборудовании.

Раньше для изготовления стеновых панелей использовали несколько форм, позволяющих формовать изделие с переменным радиусом кривизны. Применение большого количества форм повышает металлоемкость парка форм, требует дополнительных производственных площадей и снижает оборачиваемость форм.

Разработанная универсальная форма позволяет изготовить изделия с радиусом кривизны от 3-х до 9-ти метров.

Основным формующим элементом формы является гибкий настил (1), кривизну которого можно изменить профильными поворотными балками (5), установленными на стойках рамы (6). Форма позволяет формовать изделия восьми типоразмеров. Возможно формовать и большее количество изделий после переналадки поворотных балок. Основные узлы и с^ророчг те единицы форм, такие, как борта продольные и торцовые, рама, гибкий настил не требуют конструктивных изменений.

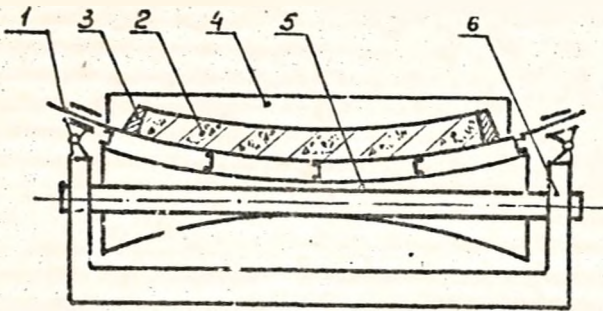


Рис. 1 Форма универсальная
 1-гибкий настил; 2-стенная панель;
 3-продольный борт; 4-торцовый борт;
 5-профильная балка; 6-стойки рамы.

Универсальная форма позволяет снизить металлоемкость формовочного оборудования в 5-6 раз, повышает гибкость производства стеновых панелей на заводах железобетонных изделий средней и малой мощности и даже в условиях строительной площадки.

Технологические возможности мультициклонов

Ф.М.Санюквич; Л.П.Санюквич

Разделение двухфазных сред в непрерывном потоке может быть успешно выполнено в центробежном поле микроциклонных аппаратов с диаметром цилиндрической части менее 30 мм. Это относится к утилизации ценных шламов при шлифовании, обогащению твердой фазы стоков галтовочных барабанов, осветлению шламовых вод различных производств, а так же к очистке смазочно-охлаждающих и других технологических жидкостей металлообрабатывающей промышленности.

Для обработки больших объемов жидкостей микроциклоны компануют в блоки (мультициклоны). Наибольшее распространение получили мультициклоны с радиальным расположением микроциклонов относительно оси блока. Мультициклоны компактны, просты по конструкции и занимают незначительные производственные площади, что дает возможность устанавливать их в существующих цехах без их расширения.

Исследования показали, что наибольшее влияние на эффект разделения оказывают диаметр цилиндрической час.и микроциклона, давление исходной среды на входе в аппарат и диаметр шламовой насадки. Последние два фактора являются наиболее удобным для регулирования процесса разделения в производственных условиях.

Предлагают варианты технологических систем разделения двухфазных сред на базе мультициклонов в основу которых положены результаты выполнения теоретических и экспериментальных исследований, а также инженерный метод их расчета. Следует отметить, что предлагаемые технологические системы разделения могут использоваться автономно или в сочетании с другими системами в конкретных производственных условиях.

Систематизация процессов, развивающихся при мелиорации земель

В.А.Вавуло, В.В.Лушка

За последнее время выявлены негативные аспекты воздействия гидромелиораций на окружающую среду, хотя мелиорация земель, по своей сути, предотвращает и преобразует нежелательные явления в природном комплексе. На всех этапах процесса создания мелиоративных систем, при эксплуатации гидромелиоративных объектов необходимо предвидеть и научно прогнозировать изменения компонентов природной среды, положив в основу систематизацию активизируемых при этом негативных процессов, на основе которой вырабатываются компенсационные мероприятия (рис.). В качестве зон воздействия рассматриваются: подстилающая поверхность, слой аэрации, поверхностные и подземные воды и т.п. Негативные влияния сказываются в виде трансформаций рельефа и микрорельефа поля, изменения водных, физических, гидрохимических свойств почв, загрязнений поверхностных, почвенно-грунтовых и, гидравлически связанных с ними, подземных вод. Систематическая регулирующая сеть оказывает определяющее влияние, практически, на все "зоны воздействия" мелиорируемой и сопредельной территорий. Проводящая и оградительная сеть ГМС в своей совокупности накладывают иррегулярные, с регулирующей сетью воздействия на природный комплекс. При этом, наиболее подвержены трансформации подвоятся грунтовые воды, их гидродинамическая структура на бессточных территориях, водный режим открытых водотоков и водоёмов, и через эти факторы - растительный покров, интенсивность эрозионных процессов и др. Существенно трансформируется динамика взаимодействия составляющих водных режимов водосборов и рек водоприемников-

водоисточников. Перспективы развития природных процессов под воздействием гидромелиораций устанавливаются при обосновании разносрочных прогнозов, хотя их тенденции очевидны при комплексном анализе определяющих факторов. Перспектива влияния вероятных антропогенных процессов на компоненты ландшафта может быть показана на следующем примере. Перераспределение водных масс между

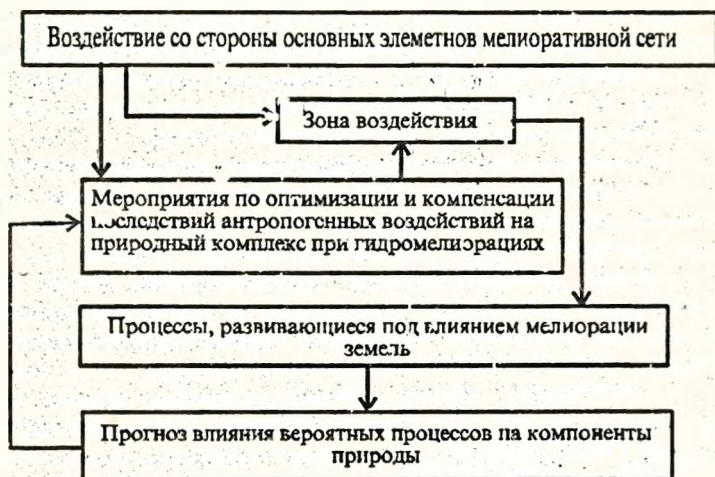


Рис. Систематизация и прогнозирование процессов в комплексе "Природа - Гидромелиорация - Природа".

мелиорируемыми и прилегающими территориями, между мелиорируемыми землями и водоприемниками-водоисточниками, происходящее в процессе формирования режимов гидромелиораций, имеющие свои количественные и качественные показатели, вызывает адекватную и синхронно следующую водную и ветровую эрозию почв, берегов рек и водоёмов. Их интенсивность нарастает во времени, территориальное распространение достигает максимума в первые 5...7 лет эксплуатации ГМС. Таким образом, гидромелиоративная система не есть нечто застывшее, она находится в состоянии динамического равновесия, в смысле воздействия на компоненты природной среды, и требует к себе постоянного внимания и соответствующей технической эксплуатации.

Новые приложения пульсирующего горения

В.С.Северянин

Результатом пульсирующего горения является высоко температурный газовый поток с резкой нестационарностью движения. Кроме обычных огневых технологий нагрева различных теплоносителей лабораторией ПУЛЬСАР предложены и опробованы новые технологические процессы:

- распыление жидкостей и генерация пара непосредственно вводом жидкости в камеру пульсирующего горения (генераторы аэрозолей, контактные парогенераторы, комбинированные горелки);

- термовибрационная обработка сред. В этом случае температурное поле в обрабатываемом массиве приводит к ускорению процесса нагрева, плавления, кипения и т.д. (разжижители битумов, обезвреживатели отходов, парогенераторы, другие специальные устройства);

- обдувка предметов. Проводится с целью нагрева, очистки, обжига. Пульсирующая газовая среда производит более эффективные действия, чем стационарная (очистка железнодорожных переходов, удаление снега, льда с различных покрытий, очистка газопроводных труб);

- биологическое действие. Высокий уровень звукового давления позволяет использовать устройства пульсирующего горения для отпугивания грызунов в зернохранилищах;

- сушка продуктов. Так как продукты сгорания при пульсирующем горении не содержат вредных веществ, экономически выгодно использовать их для удаления влаги (сушка овощей, чая, трав, зерна и т.п.);

- теплофикационный эффект. Продукты сгорания подаются на нагрев теплоносителя после срабатывания их кинетической энергии.

Предложенные процессы просты в конструктивном оформлении, требуют меньшего расхода электроэнергии и металла.

Технологическая схема флотационного уплотнения избыточного активного ила, рекомендуемая для внедрения на Брестских городских очистных сооружениях

П.П.Строкач, А.С.Хайко

При строительстве на очистных сооружениях г.Бреста флотационных уплотнителей избыточного активного ила возникла проблема выбора технологической схемы напорной флотации.

В настоящее время нашли применение следующие схемы напорной флотации избыточного активного ила (см. рис.):

а) с насыщением воздухом всего объема обрабатываемого ила (прямая флотация); б) с насыщением воздухом рабочей жидкости, в качестве которой используют очищенную сточную жидкость; в) с насыщением воздухом рециркуляционной рабочей жидкости, в качестве которой используют подиловую воду после флотационного уплотнения.

Согласно выводам [1], преимущественно схем а) являются малые габариты флотационных уплотнителей и более низкие энергозатраты; схем б) и в) более высокая степень уплотнения ила, что благоприятно сказывается на дальнейшей его обработке, и более высокое качество подиловой воды. Главным недостатком первого способа является ограничение подачи диспергируемого воздуха, а также увеличение степени дисперсности активного ила за счет диспергирующего действия насоса. При втором способе возникает необходимость перекачивания значительных объемов рециркулирующей жидкости, что приводит к увеличению энергозатрат и объемов флотационных устройств [1].

Последний аргумент является спорным, так как регулирование расхода рабочей жидкости позволяет подобрать такое количество воздуха, которое будет достаточным для подъема всех частичек ила в пенный слой, а также осуществлять разбавление, как технологический прием повышения эффективности флотационного процесса [2]. Цель разбавления - уменьшение нагрузки на пузырьки и повышение скорости всплывания образующихся флотокомплексов. При этом из-за снижения концентрации частиц активного ила создаются менее стесненные условия для флотационного разделения фаз, что приводит к росту скорости процесса и уменьшению объема флотационной камеры. Таким образом, основное преимущество схем б) и в)

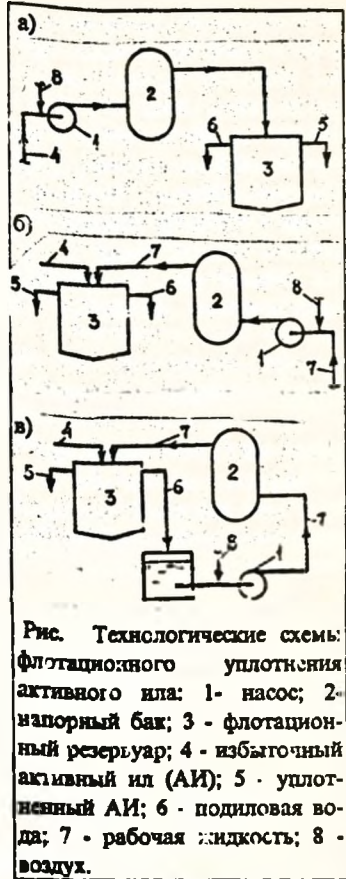


Рис. Технологические схемы флотационного уплотнения активного ила: 1 - насос; 2 - напорный бак; 3 - флотационный резервуар; 4 - избыточный активный ил (АИ); 5 - уплотненный АИ; 6 - подиловая вода; 7 - рабочая жидкость; 8 - воздух.

состоит в большей управляемости процесса, т.е. в возможности активно влиять на процесс путем изменения расхода рабочей жидкости. В качестве рабочей жидкости лучше всего использовать биологически очищенную сточную жидкость (схема б), а подиловую воду из уплотнителя сбрасывать в аэротенк. Это позволит избежать накачивания во флотационной установке большого количества нефлоатующихся веществ, которые могут затруднить работу напорной системы, что имеет место схеме а [3].

Исходя из анализа имеющихся литературных данных, для проведения исследований принята схема в). На ее основе на очистных сооружениях г.Бреста создана полупроизводственная установка. Для промышленного внедрения, с учетом имеющихся преимуществ, предполагается предложить схему б).

ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев С.В., Ушомирский П.И., Рогов В.М., Двинских Е.В. Разработка эффективных приемов интенсификации уплотнения избыточного активного ила напорной флотацией. - Основные направления развития водоотведения, очистки сточных вод и обработки осадков. Тезисы докладов Всес. науч.-техн. конф., Харьков, 12-14 мая 1982, ч.2 - Харьков, 1982.- с.376-378.
2. Анзольский В.Н., Рогов В.М., Рулев Н.Н. Систематизация признаков расчетных схем флотационной очистки воды. - Химия и технология воды, 1982, т.4, N4, с.291-299.
3. Маднев А.И. Очистка сточных вод флотацией. Киев, "Будівельник", 1976.

Перспективы удаления нитратов из питьевой воды

Н.С.Жиганова

В результате повсеместного использования минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве происходит неизбежное загрязнение как поверхностных так и подземных вод нитратами. По данным зарубежных исследований концентрация нитратов в подземных водах в значительной степени зависит от вида сельхозпроизводства и может достигать 1000 мг/л.

Нитраты сами по себе не представляют угрозы для здоровья, но в результате взаимодействия нитратов с некоторыми азотсодержащими соединениями (аминами, амидами, аминокислотами и др.) в окружающей среде, в пищевых продуктах или питьевой воде образуются

нитрозосоединения. Попадание этих веществ в организм может привести к опасным поражениям различных внутренних органов (печени, пищевода, желудка, кишечника, легких) и даже к возникновению раковых опухолей. Многочисленные статистические данные, собранные в различных странах показывают, что количество злокачественных образований, поражающих органы пищеварения значительно снижаются при уменьшении потребления мясопродуктов, проходящих предварительную обработку с использованием нитратов и нитритов, при уменьшении потребления воды из скважин с водой, обогащенной нитратами, при использовании сельскохозяйственных продуктов, выращенных без применения удобрений, содержащих нитраты.

В соответствии с рекомендациями ВОЗ содержание в питьевой воде должно быть ≤ 50 мг/л, допустимо 50-100 мг/л и недопустимо > 100 мг/л.

Снижение концентрации нитратов в воде достигается обратным осмосом, ионообменной обработкой, биологической денитрификацией в анаэробных условиях, сорбцией на активированной окиси алюминия или активированных углях. Перспективным является сорбция нитратов на угольных волоконистых материалах.

Эксергия импульсных камер Ф.А.Верулейшвили

Эксергией (работоспособность теплоты) называется полезная работа, которая может быть получена за счет теплоты при условии, что холодным источником является окружающая среда. Максимальная полезная работа теплоты представляет собой работу равновесного цикла Карно, осуществимого в диапазоне температур T_1, T_0 , где T_1 и T_0 - температуры горячего и холодного источников. Работоспособность тем больше, чем меньше отношение T_0/T_1 , при $T_0 = T_1$ она равна нулю.

Как известно в импульсных камерах используется энергия импульса продуктов сгорания, получаемых при взрывном горении смеси горючего и воздуха. Такое горение сопровождается периодическим выбросом продуктов сгорания с образованием волны давления с огромной разрушительной силой и высокой температурой. Волны давления в высокотемпературных процессах предназначены для получения механической работы за счет уменьшения как энтальпии рабочего тела, так и эксергии потока. Отводная работа, если пренебречь потерями теплоты в окружающую среду или к охлаждающему телу (например, инсинкатора), равна в любом случае изменению энтальпии потока рабочего тела. В импульсных камерах эксергия переходит в работу, которая направляется для динамического воздействия на объект (взрывание и переталкивание).

Данные, полученные в лаборатории ПУЛЬСАР, предполагается использовать для создания мусоросжигательной стационарной установки малой и средней мощности, а также передвижной, которая представляет собой шасси, на котором расположены реактор и тангенциально присоединенные к нему гармонический и импульсный камеры. Эксергетическое достоинство данных установок заключается в экономии электроэнергии.

Об отопительных аппаратах малой мощности

М.Г.Горбачева

При централизованном теплоснабжении, которое до настоящего времени считается технически и экономически самым целесообразным, имеются значительные потери энергии при транспортировке от источника до потребителя (теплопотери, преодоление гидравлических сопротивлений, конструкционные трудности), концентрированное выделение вредных выбросов (продукты сгорания, отходы производства, сброс тепла и т.д.). Аварии и неполадки, а иногда и конъюнктурные рыночные факторы могут нарушить теплоснабжение большого количества теплопотребителей. Кроме того, излишняя концентрация энергопроизводства усложняет эксплуатацию оборудования и управление им. В ряде случаев потребителю невозможно подсоединиться к тепловым сетям. Поэтому в теплоэнергетике возникает задача создания такого оборудования, которое при своей малой мощности имело технико-экономические показатели не ниже существующего большей мощности. В первую очередь это коэффициент полезного действия (КПД). Крупные котлы имеют высокий КПД, около 90 %, за счет развитых поверхностей нагрева и топочного объема. Исследования показали, что, например, в аппаратах пульсирующего горения за счет интенсификации тепломассообмена, высокого КПД можно достичь при существенно меньших удельных размерах топки и поверхностей нагрева. То же можно сказать и об удельных габаритах и массе этих аппаратов.

Управление ими проще существующих топок, т.к. необходимо только воздействие на расход топлива. Такие аппараты целесообразны для отопления малых объектов (отдельные жилые малоэтажные дома, коттеджи, строительные объекты и т.п.).

Достоинства слоевого пульсирующего горения

В.А.Красиков

В настоящее время достаточно широко известно факельное пульсирующее горение, которое достигается путем сжигания в специальной камере пульсирующего горения (КПГ). Для осуществления этого процесса необходимы: форсунка для распыления жидкого топлива, насос для его подачи, электросвеча для воспламенения, специальная подготовка твердого топлива. Существенный недостаток - высокий уровень шума (100 - 120 ДБ), обусловленный тем, что при факельном сжигании топлива область излучения акустической энергии достаточно велика.

Лабораторией ПУЛЬСАР выявлено и изучается слоевое пульсирующее горение. При этом отмечаются следующие преимущества перед факельным:

- отсутствие необходимости в форсунке и насосе для подачи топлива (подается самотеком);
- простота воспламенения (нет необходимости в электросвече и трансформаторе);
- достаточно низкий уровень шума, что обусловлено горением топлива в слое и меньшей площадью излучения акустической энергии;
- возможность использования твердого кускового топлива (в факельной камере пульсирующего горения необходимо доведение его до пылеобразного состояния и подачи пылевоздушной смеси под давлением).

Существует возможность применения эффекта слоевого пульсирующего горения: создание водонагревателей для коммунального хозяйства и частных домов, систем воздушного отопления, сжигания в слое горючих твердых и жидких отходов. Используя эффект слоевого пульсирующего горения сотрудниками лаборатории ПУЛЬСАР был создан водонагреватель и подана заявка на изобретение.

Основные направления автоматизации осушительно-увлажнительных систем в гумидной зоне

М.Ф.Мороз

Современные осушительно-увлажнительные системы ОУС представляют собой сложный комплекс различных сооружений взаимосвязанных между собой и обеспечивающих необходимые условия для улучшения водного режима переувлажненных земель. Характерной особенностью их, как объектов автоматизации, является использование одних и тех же сооружений

для реализации диаметрально противоположных технологических процессов: своевременного сброса избыточных вод с осушаемой территории и оперативной подачи воды на увлажнение в засушливые периоды.

Широкая автоматизация ОУС в гумидной зоне затруднена наличием специфических природно-климатических условий (и менчивостью сезонного хода погодных условий, разнообразием биологических особенностей орошаемых культур, неоднородностью почвенно-гидрологических свойств и т.п.), низким уровнем энергообеспеченности мелиоративных систем и значительной рассредоточенностью по территории регулирующих сооружений, а также тем, что до последнего времени в гумидной зоне не ставился вопрос о дефиците водных ресурсов.

В настоящее время автоматизации ОУС можно выделить три основных направления :

- создание информационно-советующих систем (ИСС);
- разработка алгоритмов автоматического управления водным режимом с учетом требований к точности регулирования;
- конструирование устройств и средств локальной автоматики, разработка схем автоматизации отдельных объектов.

Увязка конструктивно-планировочных решений зданий с технологическим режимом для снижения затрат энергии в системах вентиляции

Т.М.Королева, С.В.Луговая, Е.И.Ногин

Конструктивное оформление промышленных зданий не всегда увязывается с технологическими процессами с учетом вопросов вентиляции этих зданий. Так например, в зданиях с аэрационными фонарями разумнее располагать технологические линии с выделением теплоты непосредственно под фонарями, чтобы за счет конвективных потоков удалить из помещения выделяющиеся вредности. Тем самым можно сократить поступление вредных выделений в рабочую зону помещений. Концентрированный удален вредностей поможет установить более эффективные средства очистки. Такое размещение по центру цеха под фонарями можно рекомендовать для сварочных столов, сварочных постов заводов ЖБИ. Для литейных цехов с массовым производством литья из металлолома, где мощными и стабильными являются потоки горячих газопылевыделений, можно рекомендовать с точки зрения вентиляции другое конструктивное оформление зданий.

Сталелитейные печи обычно устанавливают в линию вдоль стены, поэтому аэрационный фонарь должен быть соосен линии печей.

Такое решение позволит стабилизировать вентиляционный режим, уменьшить величину воздухообмена помещения как по вытяжке, так и по притоку. Наиболее же эффективным является устройство у литейных цехов односкатных наклонных крыш.

Применение инфракрасных излучателей для отопления больших производственных помещений

В.В.Дучин

Инфракрасные излучатели по сравнению со многими другими отопительными системами позволяют экономить тепловую энергию.

На начальном этапе разогревания имеет место чистый нагрев излучением. Излучение разогревает пол, станки, оборудование. Через полчаса пол прогревается настолько, что нагревание излучением превращается в отопление от пола, и этот пол, станки и все оборудование, что уже нагрелось, далее нагревают воздух. Отопление излучением переходит в отопление воздухом. Тепловые потери через стены помещения, крышу и пол компенсируются отоплением излучением. Эта компенсация за счет отопления излучением составляет от 3 до 6°C температуры воздуха. Это даст экономию тепловой энергии до 40 %. Чем выше помещение, тем больше циркуляция воздуха и тем больше тепловой энергии можно сэкономить.

Инфракрасные излучатели, разработанные в Полоцком государственном университете, экономически безвредные и экономичные. Благодаря малому содержанию NOx и практически полному сгоранию газа этот метод получения тепла может решить проблемы связанные с экономией тепловой энергии и охраной окружающей среды.

Очистка сточных вод крахмальных предприятий

В.Н.Яромский, Т.М.Лысенкова, В.И.Костючик, Н.Ю.Сыромятникова

На крахмальных предприятиях образуются сточные воды с высокой концентрацией органических загрязнений, которая при выпуске этих вод в системы водоотведения превышает допустимую, а выпуск их в водоемы без очистки запрещен. ХПК клеточного сока составляет около 15000-18000 мг/л, БПК₅ - 7200 мг/л. Кроме того, клеточный сок содержит ряд биогенных элементов. Ввиду высокого содержания биологически легко разлагаемых органических веществ, сточные воды крахмальных предприятий представляют собой серьезную опасность для окружающей среды. В то же

время они являются удобным сырьем для биотехнологической утилизации. В связи с этим были изучены состав и показатели, характеризующие биологическую ценность сокомезговой смеси: белки - 28%, азотистые вещества - 22%, углеводы - 38%, минеральные вещества - 12%, а также в состав смеси входят аминокислоты, органические кислоты, микроэлементы (медь, марганец, йод, бром) и витамины группы В.С.РР. 1 т сокомезговой смеси содержит 70-80 кормовых единиц.

При наличии условий из сока можно выделять белковые вещества. Для этого каргофельный сок нагревают до 90°C, белок коагулирует и может быть выделен отстаиванием, фильтрованием или центрифугированием. Выделенный белок можно использовать в микробиологическом и хлебопекарном производствах, а также как кормовую добавку для скота.

С целью внедрения эффективных систем очистки сточных вод, позволяющих не только снизить концентрацию загрязнений до норм сброса в городскую канализацию или в водоем, но и извлечь и утилизировать ценные компоненты, в лабораторных условиях выполняются исследования по изучению работы биологической системы с фиксированной биомассой. Предварительные опыты показали, что возможна очистка клеточного сока на дисковых биофильтрах.

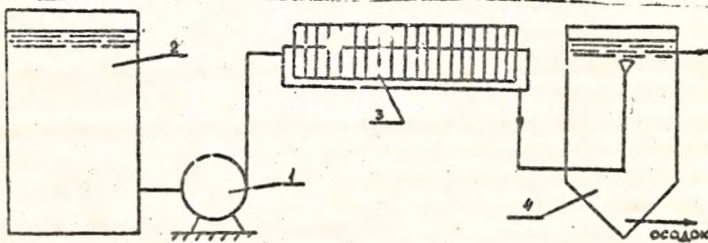


Схема лабораторной установки: 1 - насос, 2 - резервуар, 3 - дисковый биофильтр, 4 - вертикальный отстойник.

Лабораторная установка включает: насос, резервуар, дисковый биофильтр и вертикальный отстойник. Диски биофильтра выполнены из перфорированного пластика. Время пребывания сточной жидкости в биофильтре от 60 до 80 минут. Концентрация загрязнений по ХПК в исходной воде от 8000 до 10000 мг/л. Предварительные исследования показали, что данная биологическая система позволяет снизить концентрацию загрязнений на 40%. Биомасса, образующаяся в процессе работы биофильтра представляет интерес для последующей утилизации. Приведенный эффект очистки достигается после первой ступени очистки,

однако его можно повысить в зависимости от предъявляемых требований путем увеличения ступеней очистки. Полученные в лабораторных условиях результаты подтвердили целесообразность дальнейшей разработки метода очистки стоков крахмальных производств на ДБФ.

Очистка сточных вод маслозаводов на дисковых биофильтрах-отстойниках

В.Н.Яромский, Т.М.Лысенкова

Сточные воды маслозаводов являются высококонцентрированными по органическим загрязнениям, БПК, их составляет от 2000 до 10000 мг/л. Выпуск таких вод без очистки в коммунальные системы водоотведения, а тем более в поверхностные водоемы, недопустим. Они должны обязательно подвергаться очистке.

Одним из эффективных сооружений по очистке производственных сточных вод маслозаводов являются дисковые биофильтры-отстойники (ДБФО), разработанные на кафедре теплотехники, водоснабжения и канализации БрПИ.

Схема ДБФО представлена на рисунке. В сооружении совмещаются процессы биохимического окисления и отстаивания сточной жидкости.

ДБФО работает следующим образом. Сточная вода по подводящему трубопроводу поступает в распределительный лоток, откуда перетекает в зону биохимического окисления, представляющую собой вращающиеся дисковые биофильтры. Вращение дисковых биофильтров, смонтированных на валах, осуществляется следующим образом: электродвигатель с редуктором и ведущим роликом, опираясь на монорельс, расположенный по периметру корпуса вертикального отстойника, приводит во вращение в горизонтальной плоскости раму. При этом ролики, опирающиеся на монорельс, начинают вращаться, приводя в движение валы дисковых биофильтров. Дисковые биофильтры вращаются в вертикальной плоскости. Процесс биохимической очистки сточных вод в зоне биохимического окисления идет за счет фиксированного на поверхности биоценоза. Обработанная в зоне биохимического окисления сточная вода вместе с отторгнутой биопленкой поступает в зону отстаивания, где происходит осаждение отторгнутой биопленки. Осветленная вода через сборную воронку отводится из сооружения.

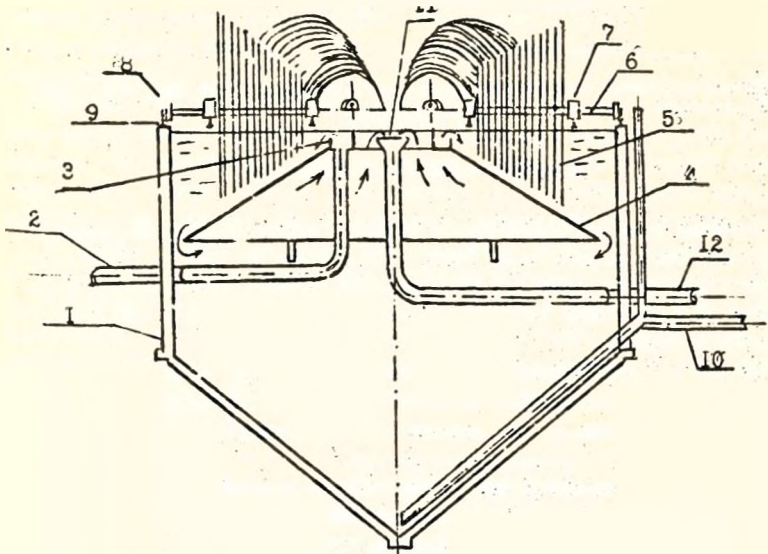


Рис. Дискóвый биофильтр-отстойник

- 1 - корпус вертикального отстойника; 2 - подводящий трубопровод;
 3 - распределительный лоток; 4 - погружная перегородка;
 5 - биофильтр; 6 - вал биофильтра; 7 - металлическая рама;
 8 - ролики; 9 - монорельс; 10 - трубопровод для осадка;
 11 - сборная воронка; 12 - трубопроводы очищенной воды.

Совместно с Брестскими проектными мастерскими института "Белкоммунпроект" на базе вер. "кального отстойника диаметром 6 м разработаны рабочие чертежи ДБФО производительностью 250 м³/сут. Мощность электродвигателя с редуктором составила 11 кВт. Эффект очистки по органическим веществам составил 81%. В настоящее время ДБФО находится в стадии строительства в составе локальной станции очистки сточных вод на Пружанском маслозаводе.

Аэробная стабилизация осадка сточных вод очистных сооружений г. Бреста

В.Н.Яромский, Е.П.Якубовский, Т.М.Лысенкова, В.И.Кослович

При биологической очистке 1 м³ бытовых сточных вод г.Бреста образуется 0,0078 - 0,0081 м³/сут смеси избыточного активного ила и сырого осадка, которые накапливаются в иловых уплотнителях и частично вывозятся на поля для удобрения.

На очистных сооружениях в настоящее время накопилось большое количество осадка. Его высокая влажность, склонность к загниванию и зараженность патогенными микроорганизмами обуславливают необходимость специальной обработки для последующего использования, и прежде всего в сельском хозяйстве в качестве удобрений. В связи с этим нами разрабатывается технология кондиционирования и утилизации осадка очистных сооружений канализации г.Бреста, включающая аэробную стабилизацию с последующим обезвоживанием и компостированием.

При этом из всех существующих методов обработки осадка отдаче предпочтение методу аэробной стабилизации, так как при этом возможно достичь высокой деструкции органического вещества и получить осадок с хорошими водоотдающими свойствами. Это весьма существенно, так как реагентное кондиционирование осадка перед его обезвоживанием требует значительных расходов дорогостоящих и дефицитных реагентов.

Для изучения процесса аэробной стабилизации осадка выполнены лабораторные исследования в условиях городских очистных сооружений на реальной смеси избыточного уплотненного активного ила и сырого осадка.

Основными расчетными параметрами процесса аэробной стабилизации являются продолжительность стабилизации и удельный расход кислорода. Основными технологическими показателями процесса приняты: расход беззольного вещества, рост зольности, кинетика потребления кислорода. Поэтому в процессе проведения экспериментальных исследований велся поиск оптимальных расчетных параметров, в частности, оптимальной продолжительности стабилизации путем контроля на различных стадиях стабилизации (в течение 10 суток ежедневно) перечисленных выше технологических параметров. При этом соотношение объемов сырого осадка и активного ила не варьировалось, а было принято 1:3 соответственно, что отвечает реально существующему положению на городских очистных сооружениях. В таблице приведены экспериментальные технологические показатели процесса аэробной стабилизации.

Таблица

Технологические показатели процесса аэробной стабилизации

Наименование показателей	Исходной смес	Продолжительность стабилизации				
		2 (сутки)	5 (сутки)	6 (сутки)	7 (сутки)	8 (сутки)
Содержание беззольного вещества, %	78-82	72-76	62	64	60-64	43-51
Зольность, %	22-18	24-28	38	36	36-40	49-57
Распад беззольного вещества, %	-	8	20	23	23	44
Индекс центрифугирования, см ³ /г	30	21	11	5,2	4,8	5.2
БПК, фугата, мг/л растворенного кислорода	1200	980	600	550	510	440

Ориентировочно можно считать оптимальной для принятого соотношения объемов сырого осадка и актила продолжительность аэробной стабилизации 7 - 8 суток. Разрабатываемая технология находится в стадии промышленных испытаний и разработки аппаратурного оформления отдельных стадий.

Компактная установка для локальной очистки нефтесодержащих сточных вод

В.Н.Яромский, Е.П.Якубовский, Т.М.Лысенко

В сточных водах ряда производств помимо взвешенных веществ, выпадающих в осадок, содержатся нефтепродукты и другие вещества, всплывающие на поверхность жидкости.

Основным условием для установок локальной очистки должны быть: компактность, высокая удельная производительность, высокая технологическая эффективность.

Авторам, на основе анализа существующих методов и сооружений, в результате собственных исследований, предложена простая и в то же время принципиально новая конструкция компактной модульной установки (см.рисунок).

Нефтедержащие сточные воды из приемного резервуара 1 насосом 2 подаются тангенциально в безнапорный гидроциклон 3, где происходит выделение тяжелой взвеси (песка и др.) и всплытие нефтепродуктов. Затем сточная вода проходит коалесцирующий фильтр 4 в загрузке которого происходит укрупнение частиц нефтепродуктов. Всплывшие в безнапорном гидроциклоне и из коалесцирующего фильтра нефтепродукты периодически удаляются в разделочный бак нефтепродуктов 16.

После коалесцирующего фильтра сточная вода подвергается очистке в тонкослойном отстойнике (модуле) 1 - ступени 5, где происходит разделение тяжелой (взвесь) и легкой (нефтепродукты) фракций и поступает в камеру напорной флотации. После флотации сточная вода дополнительно очищается на тонкослойном отстойнике (модуле) 2 - ступени 7 и кассетном фильтре 8. Осадок под гидростатическим давлением столба воды через систему дырчатых труб выдавливается на вакуум-фильтр 15, обезвоживается и затем вывозится. После кассетных фильтров сточные воды проходят доочистку от нефтепродуктов на пенополиуретановом фильтре 10, поступают в бак очищенной воды 11, откуда подаются на повторное использование в производстве.

Регенерация загрузки пенополиуретановой загрузки производится с помощью пневмоцилиндра (путем его отжатия).

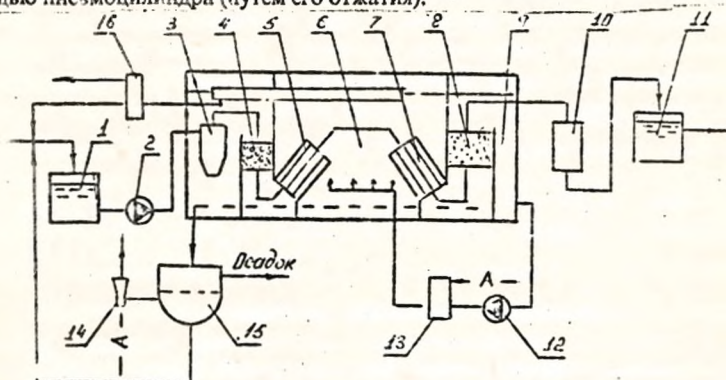


Рис. Принципиальная схема установки.

1 - приемный резервуар; 2 - насос подачи сточных вод; 3 - безнапорный гидроциклон; 4 - коалесцирующий фильтр; 5 - тонкослойный отстойник (модуль) 1-й ступени; 6 - камера флотации; 7 - тонкослойный отстойник (модуль) 2-й ступени; 8 - кассетный фильтр; 9 - промежуточная емкость; 10 - фильтр с пенополиуретановой загрузкой; 11 - бак очищенной воды; 12 - рециркуляционный насос; 13 - напорный бак; 14 - эжектор; 15 - вакуум-фильтр; 16 - разделочный бак нефтепродуктов.

Конструктивно установка решена в виде блока размером: 4,2 x 1,6 x 2,0 м с отдельно расположенными пенополиуретановым фильтром и вакуум-фильтром. В зависимости от необходимой степени очистки установка может применяться без пенополиуретанового фильтра и использования режима флотации.

Стендовые исследования работы радиально-кольцевого струйного пневмогидроаэратора

И.Ф.Шаповал, Е.И.Дмухайло, Н.В.Васин, Н.И.Григорьева

В радиально-кольцевом струйном пневмогидроаэраторе (ПГА) жидкая кольцевая струя при истечении захватывает воздух и сжимает его в кольцевой расширяющейся горловине.

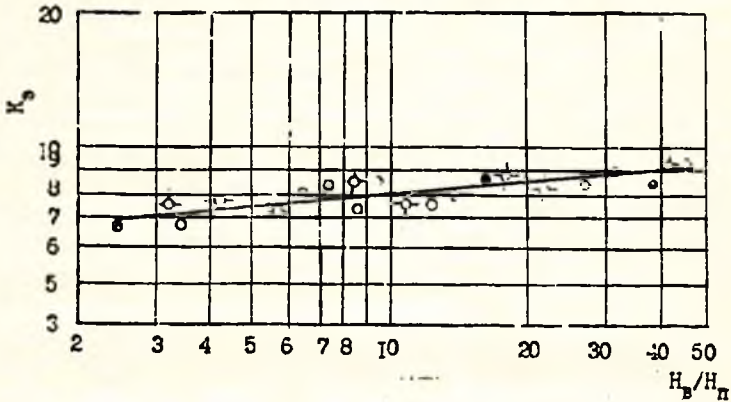
Изучение влияния конструктивных и режимных факторов на работу ПГА проводилось на экспериментальном стенде по снятию аэрационных и энергетических характеристик. Перед заливкой резервуара водой устанавливалась глубина щели кольцевого зазора, равная $t = 3...5$ мм, путем вращения нижнего струеформирующего конуса пневмогидроаэратора. Величина щелевого зазора T в горловине для смешивания жидкости и воздуха устанавливалась путем вращения в верхней и нижней конических стенок. Величина зазоров определялась по числу оборотов и шагу резьбы. Симметрический диаметр пневмогидроаэратора $m = T/\mu$, варьировался в пределах 3...12 мм.

После выставления зазоров в ПГА система стенда заливалась водой до необходимого уровня в резервуаре. После включения насоса регулировалось давление на входе в ПГА и достигалась стабилизация показаний манометра. Определялись расходы жидкости и воздуха. Вычислялся коэффициент эжекции $K_e = \frac{Q}{Q_0}$. В случае работы ПГА в режиме принудительной подачи воздуха расход приводился к нормальным условиям.

В результате экспериментальных исследований получены рабочие характеристики, показывающие зависимость объемного коэффициента эжекции K_e от параметра m для глубины погружения $Hh = 1; 2; 3; 4$ и 5м при различных напорах на входе в ПГА, равных $Hв = 10, 20, 30, 40$ и 50м.

В режиме самовсасывания коэффициенты эжекции K_e изменялись от 4,0 до 0,5. Большим коэффициентам эжекции соответствует меньшее противодавление или глубина погружения ПГА. Оптимальные режимы для определяемых значений параметра m лежат в пределах 7...10. При давлении воздуха на входе в камеру смешения ПГА, равному величине

противодавления, обеспечивается максимальный коэффициент эжекции, так как при этом отсутствуют затраты энергии на сжатие газа. ПГА работает в режиме диспергирования воздуха. Как видно из графика (см. рисунок) коэффициент эжекции мало зависит от отношения параметров $H_в/H_г$ (тангенс угла наклона равен 0,1) и почти не зависит от параметра m .



Зависимость объемного коэффициента эжекции $K_э$ от соотношения напора на входе $H_в$ в ПГА к глубине погружения $H_г$ под уровень жидкости. Обозначено: \circ - $m=7$; \bullet - $m=8$; \square - $m=9$; \blacklozenge - $m=10$.

Результаты исследований использованы при создании и разработке оптимальной конструкции ПГА для флотационного обогащения полезных ископаемых и обработки сбросных вод.

Радкально-кольцевой струйный пневмогидроаэратор

И.Ф. Шаповал, Е.И. Дмухайло, Н.В. Васин, Н.И. Григорьева

В результате экспериментальных исследований разработана конструкция радикально-кольцевого струйного пневмогидроаэратора (ПГА) для ольгтно-промышленной парти, в которой используется принцип непрерывного регулирования за счет изменения площадей кольцевых сечений сопла и горловины в результате вращения соответствующих деталей конструкции.

Кольцевая коническая струя жидкости со скоростью входит в кольцевую коническую горловину будучи окруженной воздухом. В горловине потоки перемешиваются и однородная смесь газовых пузырьков и жидкости в виде конечного газожидкостного факела истекает в окружающую жидкость. Угол конусности струеформирующих сопла и горловины принят равным 45° . По данным зарубежных и отечественных исследований истечение под углом 45° обеспечивает максимальное перемешивание газожидкостной смеси у дна флотационного резервуара и дробление образующихся пузырьков воздуха.

Процесс вовлечения воздуха, в котором истекающая струя жидкости ускоряет и сжимает газ, происходит в сечении горловины, местоположение которого можно регулировать для заданного расхода через сопло изменением давления (напора) на входе в сопло ПГА и противодавления или глубины погружения сопла под уровень аэрируемой жидкости.

Может быть использован режим работы пневмогидроаэратора на самовсасывание. Когда необходимо высокое газосодержание, то коэффициенты эжекции можно увеличить на порядок, используя принудительную подачу воздуха в ПГА с давлением.

Разработаны три модификации конструкции ПГА, защищенные патентами.

Интенсификация процесса аэрации сточных вод и их осадков эжекционными, срывными газожидкостными течениями

Е.И.Дмухайло, Н.И.Комар

Суммарные затраты на энергетическое обеспечение станции очистки городских сточных вод в РБ составляют сотни миллионов рублей в сутки и будут увеличиваться. Около 80 % этих затрат расходуется на энергию, необходимую для аэрирования сточных вод и обработки осадка.

Высокая стоимость энергии заставила инженеров вносить в процесс аэрирования больше принципиальных новшеств, чем в любую другую область технологии очистки природных и сточных вод.

Благодаря прогрессу в области охраны окружающей среды и энергетическому кризису, число фирм в США и Канаде, поставляющих оборудование для аэрирования, достигло 100 и продолжает расти.

Самыми эффективными с энергетической точки зрения являются мелкопористые распылители (пнеумоаэраторы) и жидкостно-газовые эжекторы (гидроаэраторы). Например, к.п.д. изотермического сжатия в жидкостно-газовых эжекторах составляет порядка 40-45%, к.п.д. нагнетания жидкости жидкоструйными эжекторами - 40%, а использование кислорода

воздуха лучших образцов гидроневмоаэрагоров достигает 30% при эффективности аэрации 2,5 - 3,0 кгО₂/кВт ч.

Технологические процессы биохимической очистки сточных вод и обработка осадка осуществляется при массопередаче жидкости и газов. Интенсификация этих процессов даст возможность увеличить удельную производительность аэрационных сооружений, уменьшить их габариты, материалоемкость и стоимость, сократить потребление энергии, уменьшить площади, и, как следствие - улучшить экосистему.

Аппараты, в которых используются эжекционные струйные течения для проведения технологических процессов - надежны: в работе, просты по конструкции и в изготовлении, обладают высокой степенью агрегатирования с другим технологическим оборудованием. Использование этих аппаратов позволяет создавать простые установки, имеющие ряд преимуществ перед традиционными, обусловленные предельной конструктивной простотой и возможностью проведения в них одновременно нескольких технологических процессов.

Особенно перспективны струйные аппараты для интенсификации процесса массопередачи кислорода и перемешивания жидких сред при их биохимической очистке и аэробной термофильной стабилизации осадков сточных вод.

Складываются благоприятные условия для исследования аэрационных характеристик пневмо- и гидроаэрагоров и сравнительных их испытаний с лучшими зарубежными аналогами, с целью создания конкурентноспособных отечественных промышленных образцов.

Белорусская политехническая академия и Госуниверситет поставляют образцы пористой металлокерамики и тканевых материалов, шведская фирма "Фли.т"- промышленные образцы пневмоаэрагоров и эжекторов для сравнительных испытаний. В БрПИ и на очистных сооружениях г.Бреста имеются стендовые установки, оснащенные циркуляционными насосами, расходомерами жидкости и газа для проведения полномасштабных исследований различного типа устройств для аэрирования. Ряд технических решений по аппаратному оформлению процессов аэрации жидких сред выполнен на уровне изобретения, разработаны методики исследования, получены предварительные результаты, свидетельствующие о перспективности применения предлагаемых конструкций гидроневмоаэрагоров.

Лабораторные исследования метода очистки промывных сточных вод от меди (п)

Н.И.Комар, Е.И.Дмухайло

Находящиеся лабораторные исследования проводились с целью решения следующих задач:

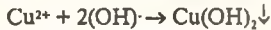
- проверка и уточнение технических решений;
- определения оптимальных параметров физико-химических процессов.

Исследования проводились по двум направлениям:

- изучение процессов гидролиза, хлопьеобразования и отстаивания медьзагрязненных сточных вод;
- изучение свойств медьсодержащих осадков.

Химическая очистка сточных вод от меди (II) основана на связывании их в труднорастворимые соединения, каким является гидроксид меди.

Основная реакция осаждения гидроксида меди $\text{Cu}(\text{OH})_2$



В случае утилизации медьсодержащего осадка сточных вод для осаждения меди (II) желательно использовать каустическую соду NaOH . В этом случае катион Na^+ переходит в растворенное состояние и осадок им не загрязняется. Если же у заказчика возникнут сложности с приобретением каустической соды, то он может ее заменить известью "пушонкой". При этом степень осветки от меди (II) из-за лучшего осветления будет выше, но осадок будет загрязняться гидроксидом кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Так как процессы осветления при использовании каустической соды идут несколько хуже, чем при использовании извести, исследования проводились с осадителем NaOH .

В настоящих исследованиях использовалась модельная сточная жидкость, которую готовили путем растворения в водопроводной воде. Модельный раствор готовили непосредственно перед проведением исследований.

Определение меди осуществлялось по стандартной методике.

Результаты исследований сведены в таблицу.

Таблица

Исследование по обработке модельного раствора

Серия опы- тов	Кон- центра- ция, мг/л	рН		после	объем осадка		Сод. после отста- ивания мг/л	Сод. меди в филь- трате. мг/л
		исх.	с под- кисле- нием		мл	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	7,15	4,25	9,2	-	-	5,05	0,47
2	10	6,96	4,30	9,1	-	-	6,06	0,47
3	20	6,85	4,45	9,3	1	2	7,20	0,6
4	50	6,75	4,25	9,4	2	4	6,00	0,51
5	100	6,45	3,85	9,5	4	8	8,02	0,48
6	150	6,75	4,45	9,2	5	10	5,06	0,7
7	200	6,25	4,25	9,3	6	12	6,70	0,52
8	250	6,35	4,00	9,2	7	10	5,30	0,64
9	300	6,85	4,25	9,2	9	10	4,80	0,7
10	400	6,80	4,00	9,3	9,5	11	5,20	0,8
11	500	6,9	4,20	9,2	10	13	6,10	0,7

Малые очистные сооружения канализации с использованием погружных и струйных насосов**Е.И.Дмухайло, Н.И.Комар**

Полная биохимическая очистка сточных вод осуществляется в комбинированных сооружениях, аэротенках - отстойниках без предварительного отстаивания в режиме "полного окисления" или продленной аэрации с минимальным объемом избыточной биомассы, не требующей дополнительной обработки.

Аэротенки - сстойники выполняются в виде цилиндрических емкостей с плоским дном из монолитного или сборного железобетона, оснащаются струйными (эжекторными) аэраторами и тонкослойными отстойниками.

Очистные сооружения оборудуются погружными насосами для перемешивания и насыщения кислородом иловой смеси, транспортирования осадков, дренажных вод и сточных вод с сооружений. Погружные насосы могут поставляться шведской фирмой "Флюгт" - мировым лидером на рынке насосов, представительство, которой находится в г.Бресте. Насосы не требуют строительства насосных станций, обладают высокой надежностью, оптимальными техническими характеристиками, обеспечивая экономию энергии на 50 % по сравнению с отечественным оборудованием, что окупает затраты на их приобретение.

Особенно актуально применение погружных насосов в применяемой технологии биологической очистки сточных вод, основанной на введении периодического отстаивания иловой смеси непосредственно в зоне аэрации в режиме циклической нагрузки на активный ил, что интенсифицирует процесс очистки за счет повышения дозы ила.

Периодичность работы аэрации, основными элементами которой являются погружной насос с эжектором, составляет около 60 мин. при оптимальной продолжительности отстаивания 45 мин. Этот технологический прием позволяет дополнительно снизить энергозатраты на 25 - 30%.

Очистка сточных вод на малых очистных сооружениях проводится в следующей последовательности. Сточные воды после механической очистки на решетках и песколовках направляются в аэротенки-отстойники, где перемешиваются с активным илом и насыщаются кислородом посредством вертикальных эжекторных аэраторов, снабженных реактивными вращающимися распределителями газожидкостной смеси. После отстаивания, осветленная жидкость направляется на обеззараживание в смеситель-контактные резервуары и далее на сооружения доочистки, поля фильтрации или биопруды. Избыточный активный ил и осадок из контактных резервуаров периодически подается погружным насосом для обезвреживания на иловые площадки. Выделенный в песколовках минеральный осадок гидроэлеватором удаляется на песковые площадки. Дренажные воды с песковых и иловых площадок подаются в начало очистных сооружений.

Эти сооружения просты в устройстве, надежны в эксплуатации и применяются в случае, когда концентрация взвешенных веществ 300 мг/л при производительности 50-3000 м³/сут. в высушке очищенных и обеззараженных сточных вод в водоем или грунт.

В случае необходимости малые очистные сооружения могут быть дополнительно оборудованы гипохлорными установками в зависимости от требований контрольных служб по сбросу очищенных сточных вод в водоем.

Возможна утилизация осадка и использования его в качестве удобрения после обеззараживания гипохлоритами щелочных металлов.

Оптимизация систем орошения биологических фильтров очистки сточных вод

Г.Л.Пойта

В практике биохимической очистки сточных вод биофильтры получили достаточно широкое распространение. На эффективность их работы существенное влияние оказывают способ подачи и система распределения воды, что в свою очередь определяется конструктивными особенностями оросительных устройств.

Существующие конструкции оросительных устройств разработаны давно и до настоящего времени практически не подвергались изменениям. Они обладают определенными недостатками, которые ухудшают гидродинамическую обстановку, возникающую в биофильтре и определяющую процессы массообмена, и воздухообмена. Периодичность орошения и величина единовременной поверхностной нагрузки зависят от режимов работы и конструктивных особенностей оросительных устройств. Для изучения данных зависимостей была выполнена исследовательская работа на лабораторной установке, представляющей собой биофильтры различной высоты: $H=1,0$ м, $H=1,5$ м, $H=2,0$ м и $D=0,2$ м, работающие в различных режимах циклического и непрерывного орошения, а также на полупроизводственной установке, представляющей собой биофильтр $D=2$ м и $H=3,5$ м с различными конструкциями оросителей. Конструктивные параметры оросителей определялись расчетами, исходя из гидравлической нагрузки 10, 20 и 30 м³/м²сут.

Проведенные исследования позволили предложить новую конструкцию оросителя (А.С.СССР № 16400921), определить диапазоны его устойчивой работы, уточнить расчетные параметры для проектирования.

Конструкция проста и надежна в работе.

Проблема загрязнения атмосферного воздуха одорантами

Е.А.Клюкач

Более 50 % жалоб населения на неблагоприятную экологическую обстановку мест их проживания связано с запахами, которые могут поступать от различных источников. Существуют три главные стадии в определении запаха для конкретного источника: обследование окружающей среды, всесторонний обзор и программа отбора и оценки проб загрязненного воздуха.

Проблема состоит в том, что запах обычно является результатом воздействия одновременно нескольких веществ и ощущение запаха зависит от концентрации (часто очень низкой).

За рубежом существуют нормативы запаха и методики их определения, по которым обследование объектов ведут наблюдатели, обученные аналитическому описанию качества и интенсивности запаха. Методика измерения загрязнения запахами основана на концепции разбавления до порогового значения. При этом подходе проба воздуха собирается в стеклянные сосуды и затем разбавляется в приборе - ольфактометре различными количествами чистого воздуха до "порога запаха" наблюдателя. Оценка проб ведется несколькими наблюдателями.

При отсутствии у нас подобных методик и специалистов, вероятно, исключена возможность применения описанного выше способа. Сам по себе отбор воздуха трудным не является. О наличии запаха можно судить по концентрации веществ, являющихся одорантами, определяемыми методами газовой хроматографии на отечественном оборудовании. Задача ставится так, чтобы совместить субъективный фактор улавливания запаха наблюдателем с объективными показаниями приборов: по шкале прибора вызвать возникновение и исчезновение запаха.

Эффективность работы струйных аэраторов, образованных грибовидными отбойниками

В.М.Новиков

На кафедре теплотехники, водоснабжения и канализации в последние годы разработан ряд струйных аппаратов универсального назначения.

Особый научный интерес представляют аппараты, образованные грибовидными отбойниками. Аппараты состоят из одного яруса конических

сопрягаемых отбойников, накрученных на пустотелый цилиндрический корпус по периметру которого выполнены отверстия.

Струйные аппараты такого типа имеют универсальное назначение и могут быть использованы в качестве защитного экрана при пожаротушении, для охлаждения воды в градирнях, а также в качестве аэраторов высокой производительности.

Натурные испытания струйного аэратора выполнены на территории третьей скважины водозабора г.Мосты.

Образованная куполообразная жидкостная завеса представляла собой конус с углом раскрытия при вершине, равным 120° .

В процессе эксперимента длина излива струи составляла порядка 6 м. Расход воды регулировался в широких пределах от 10 до 30 л/с, при скорости излива от 9 до 15 м/с. Толщина жидкостной завесы на выходе из струйного аппарата составляла 0,6 - 3,0 мм. Диаметр нижнего основания водяной завесы находился в пределах от 6,6 до 8,6 м. Температура воздуха в процессе эксперимента изменялась в пределах $16 - 18^\circ\text{C}$, а температура воды $10 - 12^\circ\text{C}$.

Эффективность работы струйных аппаратов осуществлялась по контролю за содержанием кислорода в воде, взятой из скважины и после аэрации. После обработки воды содержание кислорода увеличилось с 4,4 мг/л до 7,28 мг/л.

Экологические особенности флоры Брестского Прибужья

А.Г.Бурдин, И.А.Еурдина, М.П.Жигар, С.Ф.Ляшук

Брестское Прибужье, расположенное в юго-западной части Беларуси, является самым теплым районом нашей республики. Находясь в переходной полосе двух крупных флористических провинций - Евразийской хвойнолесной и Европейской широколиственной, данный регион характеризуется самобытной флорой, испытывающей влияние северной бореальной и западноевропейской растительности.

В дубовых фитоценозах, кроме дуба черешчатого, произрастает дуб скальный, или сидячецветный. По территории Прибужья проходит южная граница сплошного распространения ели в Европе. В составе островных ельников Брестского Полесья имеется примесь горной карпатской разновидности ели европейской.

Современная флора хронологически неоднородна и состоит из различных географических элементов, мигрировавших на данную территорию из других регионов Евразии. В ее составе представители северных тундровых и бореальных видов: лиственница северная, плаун баранец, ива лапландская;

западноевропейских - плющ обыкновенный, астрация большая, кадило сарматское, или лесной бальзам; горных карпатских - пихта белая, многоножка обыкновенная, арника горная.

Несмотря на то, что на территории Прибужья нет эндемичных видов, а реликтовые формы по существу являются вторичнореликтовыми, здесь прохлад. . . границы ареалов почти 10% дикоадаптированных видов. К уникальным для флоры Республики Беларусь видам относятся древесный папоротник - чистостел величавый и самое маленькое цветковое растение нашей планеты - вольфия бескорневая, которая была выявлена нами в старицах рек Мухавец и Зап. Буг (1992 и 93 г.г.). Последний вид является новым для республики и будет занесен в новое издание Красной книги.

Фитофльтрационно- сорбционная очистка воды высшими водными растениями

А.Г.Бурдин, О.П.Строкач

Качество воды крупных источников водоснабжения зависит от состояния и жизнедеятельности малых рек, которые их питают.

До настоящего времени многие небольшие города, промышленные поселки, предприятия пищевой индустрии, расположенные в сельской местности, не имеют современных водоочистных сооружений и водоотводящей сети. Таким образом, в малые реки попадают либо неочищенные производственные и хозяйственно-бытовые сточные воды, либо неудовлетворительно очищенные сточные воды после прохождения различных отстойных сооружений.

Поэтому проблема охраны малых рек - жизненно важное мероприятие не только для тех, кто там проживает, но и для населения, использующего воду из мощных водных артерий.

Фитофльтрационная - сорбционная способность высших водных растений (тростника обыкновенного, рдеста пронзенного и ряски малой) исследована на примере очистки вод, загрязненных взвешенными частицами, органическими соединениями и некоторыми веществами, накапливающимися в ионном остатке.

На экспериментальной установке каскадного типа установлено, что в присутствии исследуемых макрофитов вода осветлялась и обезжелезивалась значительно лучше. Так, вода, содержащая 120 мг/л взвешенных веществ и 85 град. цветности после прохождения через установки с макрофитами осветлялась до 18 мг/л и обезжелезивалась до 20 град. Из воды поглощались соединения железа и кремния.

Эффективность фитофильтрации и сорбции из воды загрязнений зависит от густоты фитоценоза степени развития и густоты водных корней, поверхности растений, соприкасающихся с водой, и от других факторов.

Методика непрерывного расчета глубины промерзания почвы

Ж.А.Глушко, А.А.Волчек

Для решения ряда практических задач некоторые авторы предлагают эмпирические формулы расчета глубины промерзания почвогрунтов по сумме отрицательных температур воздуха и высоте снежного покрова. При этом не учитываются частые и глубокие зимние оттепели, в отдельные зимы приводящие к полному оттаиванию почвы. Очевидно, что методика расчета глубины промерзания должна строиться по принципу непрерывности, с описанием процессов промерзания и оттаивания почвогрунтов.

Глубина промерзания на текущий момент времени представляет собой алгебраическую сумму приращений мерзлоты за каждый расчетный период:

$$h_n = \sum \Delta h_i \quad (1)$$

В основу модели положена установленная в полевых исследованиях физическая закономерность, учитывающая тратификацию температур воздуха и почвы, когда в определенные периоды обнаруживается тенденция участия эндогенного тепла в процессе оттаивания сезонно промерзшего почвогрунта. Дело в том, что наблюдаемое физическое явление проявляется при отрицательной температуре воздуха, гораздо выше предыдущей тоже отрицательной по величине, имеет место оттаивание почвы. Этот факт не учитывается ни в одной из известных эмпирических формул, хотя многие формулы учитывают этот момент, как увеличение глубины промерзания, так как наблюдается прирост суммы отрицательных температур.

В основу физической модели положен баланс тепловых потоков. За границу расчета тепловых потоков принята нулевая изотерма, положение которой переменна во времени. Процесс промерзания почвы неустановившийся. Однако в силу того, что данные метеостанций, например, по температуре воздуха выводятся в виде среднесуточных величин, то допустим, что процесс промерзания за данный отрезок времени установившийся. Для данного интервала времени можно записать, что тепловой поток, проходящий через слой снега и мерзлый слой почвы до нулевой изотермы равен:

$$-q_i = \Delta t_{i0} / (h_n / \lambda_n + h_s / \lambda_s) \quad (2)$$

где Δt_p - перепад температуры, равный среднесуточной температуре поверхности снега, °С; h_s, h_m - толщина слоя снега и мерзлой почвы, см; λ_s, λ_m - теплопроводность снега и мерзлой почвы (Вт/м°С).

Навстречу направлен глубинный теплопоток земли:

$$+g_2 = t_{\text{глуб}} / \sum_{i=1}^n h_i / \lambda_i, \quad (3)$$

где Δt - перепад температуры, равный примерно постоянной температуре почвы на глубине 10 м; λ_i - теплопроводность i -го слоя земли.

Суммарный тепловой поток за расчетный период запишется в виде:

$$g = -g_1 + g_2 \quad (4)$$

Выражая приращение глубины промерзания Δh , как функцию результирующего теплового потока, получим:

$$\Delta h = f(g) \quad (5)$$

Обработка экспериментальных данных по болотной метеостанции ПОМС за десятилетний период, по десяти мерзлотомерам за двухлетний период позволила установить общую закономерность распределения связи двух величин, которая аппроксимируется уравнением вида

$$y = \text{Arsh } x = \ln(x + (x^2 + 1)). \quad (6)$$

Тогда конечное выражение для определения приращения суточной мерзлоты примет вид:

$$\Delta h = 0,00345 \ln \left(-(\Delta t / h_s + h_m / \lambda_m) + t_{\text{глуб}} / \sum_{i=1}^n h_i / \lambda_i + \right. \\ \left. + ((-\Delta t / h_s + h_m / \lambda_m) + t_{\text{глуб}} / \sum_{i=1}^n h_i / \lambda_i)^2 + 1 \right). \quad (7)$$

Первое значение приращения глубины промерзания определяются подбором и соответствует глубине промерзания.

Коэффициент корреляции связи равен 0,87. Проверка работы уравнения проводилась по независимому 1987-1988 году наблюдения и показала высокую сходимость наблюдаемых и вычисленных величин.

Курсовое и дипломное проектирование в условиях многоуровневой системы образования

Н.Н.Водчиц

При подготовке инженерных кадров в системе высшего образования учебными планами предусмотрено выполнение 10-14 курсовых и дипломного проекта. Большинство из них выполняется на разных кафедрах вуза. Материалы курсовых проектов не связаны между собой и не содержат реальной основы. Исходные материалы дипломного проекта совершенно

отличаются от материалов курсовых проектов. При выполнении того или иного проекта, студенты затрачивают много времени на осмысление и подготовку исходных данных. Во многих случаях встречается дублирование.

Переход на многоуровневую систему подготовки предполагает уменьшение срока подготовки инженера на 0.5-1 год. В связи с чем выполнение дипломного и курсовых проектов в традиционной схеме, приведет к снижению их качества и перегрузке студентов.

Опыт комплексного курсового проектирования на кафедре сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского политехнического института показывает, что можно избежать всех сказанных недостатков и при этом усилить качество подготовки специалиста. Основную тяжесть и ответственность за качественную подготовку должна взять выпускающая кафедра. Работа начинается с правильного составления рабочего плана и рабочих программ отдельных дисциплин.

Уже на первом курсе студент получает основу реальных исходных данных для будущих курсовых и дипломного проекта.

При изучении специальных дисциплин на I и II курсах, эта основа наполняется конкретными данными в той или иной области знаний.

Учебные и производственные практики так же должны быть источником накопления и умножения исходных данных.

Начиная с третьего курса студенты будут выполнять курсовые проекты и работы по отдельным дисциплинам, но на общих исходных материалах собранных по одному из изучаемых объектов.

По этому же объекту будет выполняться и дипломный проект, разделами которого станут отдельные курсовые проекты.

Таким образом, мы можем отказаться от преддипломной практики и сократить срок дипломного проектирования. Выполнение по данной системе курсовых и дипломного проекта, должно проходить под общим контролем выпускающей кафедры, это позволит избежать дублирования и улучшить качество курсовых и дипломного проектов.

К вопросу установления природоохранных зон производственных комплексов

В.Е.Валуев, А.А.Волчек, О.П.Мешик, В.Ю.Цигиндь

Обеспечение экологической безопасности территорий начинается с экологического обоснования технологических процессов производственных объектов и закрепления за ними статуса природоохранного комплекса, в зоне

влияния которого реализуются мероприятия по воспроизводству, улучшению и защите от загрязнений компонентов природной среды.

Необходимо учитывать, что экологически безопасные технологии реализуются в определенных, часто сложных, гидролого-климатических и гидрогеологических условиях промышленных площадок и определенных территорий. Выполненные нами гидролого-климатические исследования по юго-западу Беларуси и северо-западу Украины дают возможность определить место планируемой промплощадки в физико-географическом комплексе Русской равнины, а результаты тепловоднобалансовых расчетов указывают на наличие тесного взаимного влияния составляющих природно-климатического комплекса и хозяйственной деятельности человека.

Например, истинные границы природоохранных (волоохранных) зон промпредприятий устанавливаются через вскрытие механизма формирования естественной увлажненности наследуемой территории, а их конфигурация уточняется с учетом формы и размеров площади поверхностного и подземного водосборов. С одной стороны, на данной территории водохозяйственная деятельность должна регламентироваться с учетом влияния производственных объектов. С другой - качество вод в зоне их (объектов) влияния зависит от надежности технологических процессов. Четких количественных показателей, насколько выигрывает планирование и оптимальное распределение по территории промышленных предприятий и городов, меры соотношений между городами и сельскими районами и др. при комплексном учете природно-климатических и естественно-исторических условий пока нет. Можно, безусловно, признать их определяющую роль в решении вопросов безопасного освоения больших или застройки малых территорий. Практически, одними из основных инструментов в руках проектировщиков сегодня являются местные данные по количеству осадков, о поверхностных водах, сведения по геологии и гидрологическому режиму строительных площадок, а также хозяйственно-экономические показатели. Однако, жизнь ландшафтной сферы протекает в непрерывном движении, изменении, переносе и превращении вещества и энергии. Понять и оценить многоплановые природные процессы помогает метод балансов. Составление баланса на каждый природный процесс или гидролого-климатические условия, в частности, не только возможно, в принципе, но и необходимо для углубленной качественной и количественной их характеристики. Нам удалось обосновать границы процессов синхронного формирования балансовых характеристик на примере процесса теплообмена в системе: атмосфера - земная поверхность - почво-грунты - подземные воды. Их обоюдное действие на составляющие этого процесса будет влиять на естественную структуру теплообмена на рассматриваемой территории, в целом. Степень

влияния на процесс тепловлагообмена зависит от меры этих воздействий и удаленности от условно зафиксированного центра (промлощадки). Комплексная оценка гидролого-климатических условий и пространственно-временной анализ статистической структуры полей элементов водного баланса дает возможность научно обосновывать границы природоохранной зоны и наиболее вероятную территорию, на которую в чрезвычайной ситуации будет влиять промышленный объект. Форма и границы этих территорий нами рассматриваются в динамике (в пространстве и во времени). Интенсивное влияние при продвижении от условного центра к периферии существенно на глубину до 800 м (северо..восток - юго...запад) и до 600 км (северо...запад - юго...восток). Неблагоприятный период - ноябрь. Как следствие устойчивого влагопереноса на исследуемой территории, в критические периоды, возможны глобальные антропогенные воздействия размещенных здесь предприятий через гидрографическую сеть вплоть до экваторий Балтийского и Черного морей.

Инженерные расчеты воднобалансовых характеристик

В.Е.Валуев, А.А.Волчек, О.П.Мещик, В.Ю.Цилиндь

В данной работе рассмотрены методические вопросы интерпретации, осреднения и инженерных расчетов при отсутствии данных гидрометеорологических и гидрометрических наблюдений таких воднобалансовых характеристик, как атмосферные осадки и годовой сток. Распределение осадков и стока по реальным периодам на реальных территориях, как правило, пестрое, а их, так называемые, поля уже в силу этого - неоднородные и неизотропные. В качестве исходной функции распределения атмосферных осадков (X) в речном бассейне принимается функция $X(\varphi, \lambda, H)$, заданная в табличном виде, в которой φ, λ - принимаемые прямоугольные координаты (географическая широта, долгота) расчетного пункта, H - абсолютная отметка поверхности земли в заданном пункте. В структуре регрессионной модели дифференцированно учитываются три группы осадкоформирующих факторов. Во-первых, - фоновых факторов, определяемых глобальными влагопереносами в атмосфере и, естественно, участвующих в формировании поля осадков над всей исследуемой территорией. Во-вторых, - региональных факторов, влияющих на ограниченной территории, охваченной инструментальными наблюдениями. В-третьих, - местных факторов, оказывающих свое влияние на режим атмосферных осадков в пределах ограниченной и не охваченной инструментальными наблюдениями

территории. При этом используется математическая модель аддитивно-мультипликативной структуры осадков (X):

$$X = X(\Phi) + K(\Phi)[X(P)_0 + X(M)_0] + \Delta X = X(\Phi) + X(P) + X(M) + \Delta X, \quad (1)$$

в которой представлены Φ, P, M - соответственно, фоновые, региональные и местные факторы, а также - вклад в величину X "необъяснимых" пока в принятой математической модели местных факторов. Переход от общего вида модели (1) с идентифицированной блочной структурой к конкретизированной многофакторной модели осуществляется при максимальном учете самой природы исследуемого гидрометеорологического элемента:

$$X = X(\Phi, \lambda) + K(\Phi, \lambda)[X(H)_0 + X(B)_0] + \Delta X = X(\Phi, \lambda) + X(H) + X(B) + \Delta X. \quad (2)$$

Здесь в местном факторе - (B) учитывается изменение сумм атмосферных осадков на метеостанции за счет проявления в них дополнительных, к суммарным влияниям орографических барьеров, свойств данной территории. В зависимости от точности описания структуры нормы атмосферных осадков за различные интервалы времени (X_j), могут использоваться регрессионные уравнения типа:

$$X_j = a_{1j}\Phi + a_{2j}\lambda + a_{3j}H + a_{0j}. \quad (3)$$

где $a_{1j}, a_{2j}, a_{3j}, a_{0j}$ - коэффициенты частных уравнений регрессии при соответствующем интервале осреднения сумм атмосферных осадков (X_j). Норма годового стока (Y_j) нами также определяется не простой линейной интерполяцией, а как средневзвешенное значение с использованием подобных (3) аппроксимирующих функций трехмерной интерполяции:

$$Y_{jz} = b_{1j}\Phi - b_{2j}\lambda + b_{3j}H + b_{0j}, \quad (4)$$

где $b_{1j}, b_{2j}, b_{3j}, b_{0j}$ - подобные " a_j " в уравнении (3) коэффициенты частных уравнений регрессии. Аналогично исследованы коэффициенты вариации (Cv) атмосферных осадков (X) и годового стока (Y). Ход изолиний Cv, полученных по уравнениям регрессии, показывает, что их характер соотносится с физико-географическими особенностями подстилающей поверхности исследуемой территории. Кроме того, установлены соотношения коэффициентов асимметрии (Cs) и вариации (Cv): $Cs = f(Cv)$. Полученные основные статистические характеристики атмосферных осадков (X) и годового стока (Y) дают возможность, в случае отсутствия данных гидрометеонаблюдений, осуществлять их инженерные расчеты и ориентировочно оценивать суммарное испарение (Z_j) в границах водосбора:

$$Z_j = X_j - Y_j. \quad (5)$$

Инженерные расчеты средних многолетних и обеспеченных величин балансовых элементов, их статистических характеристик осуществляются в автоматизированном режиме.

Исследование статистических параметров годового стока рек

В.Е.Валуев, А.А.Волчек, В.Ю.Цилиндь, О.П.Мешик

В ходе спектрально-статистического анализа длинных (115 лет) рядов годового стока (Q) крупных рек Беларуси (Березина, Днепр, Неман, Припять, Сож, Западная Двина) нами оценена динамика его изменения, выявлена периодичность колебаний и, на этой основе, разработаны практические рекомендации по обоснованию репрезентативных расчетных периодов при определении нормы годового стока \bar{Q} и коэффициента вариации C_v .

Цикличность колебаний может быть оценена визуально с помощью разностных интегральных кривых годового стока, построенных в модульных коэффициентах [1]: $\Sigma((K-1)/Q_t) = f(T)$, где $K = Q/\bar{Q}$.

Более точные данные о цикличности колебаний годового стока рек Беларуси нами получены в результате автокорреляционного анализа предварительно сглаженных гидрографов стока. Установленная при этом продолжительность наиболее устойчивых периодов в колебаниях стока и результаты статистического анализа многолетних данных по расходам воды изученных рек представлены в табл.1. Для всех исследованных рек их продолжительность составляет 28-30 лет, за исключением Немана (70 лет). Высокая точность расчетов величин \bar{Q} (среднеквадратическая ошибка - $\epsilon_q = 5...10\%$) и C_v (тоже, $\epsilon_{C_v} = 10...15\%$) обеспечивается, если их норма определяется за интервал времени, кратный половине продолжительности выявленного устойчивого периода в колебаниях стока (для большинства рек - 14...15 лет, табл.1.). Кроме цикличности, отражающей глобальные закономерности колебания стока рек Беларуси, необходимо учитывать совокупность менее значимых отклонений в расходах воды Q_t . Учитывая корреляционную связь между смежными членами рядов и исследовав колебания их динамических средних величин Q_t за период 115 лет по всем изученным створам (табл.1.), мы получили значения ошибок (%) в определении нормы годового стока (\bar{Q}), коэффициента вариации (C_v) и коэффициента асимметрии (C_s) по скользящим интервалам наблюдений.

При оценке гидрологического режима рек, особенно малых и средних, где ряды наблюдений недостаточны, на обоснование продолжительности расчетного периода решающее влияние оказывает его репрезентативность, о чем свидетельствуют проанализированные нами ошибки в определении нормы и коэффициентов вариации годового стока по произвольным выбранным интервалам обобщения Q_t . При этом, нами используется расширенная трактовка репрезентативности. Сюда входят: продолжительность собственно ряда наблюдений, временная приуроченность

расчетного интервала к полупериоду колебаний годового стока Q_t , обоснованный выбор лет начала и окончания наблюдений за стоком в принятом расчетном интервале, обеспечивающие минимально допустимые ошибки (%) в пределах статистических параметров стока (\bar{Q}, C_v, C_s).

Таблица 1

Статистические характеристики годовых расходов крупных рек Беларуси.

№ п/п	Река-створ	Период наблюдения	Лет наблюдений	Прод. устойчив. периода	\bar{Q} , м ³ /с	C_v , %	C_v	C_{sv} , %	C_s	C_{cs} , %
1	Зап. Двина - Витебск	1871-1991	115	28	255	2.51	0.27	6.83	0.62	44.2
2	Неман - Гродно	1877-1991	115	70	197	1.06	0.3	0.99	0.84	29.6
3	Днепр - Орша	1877-1991	115	28	126	2.37	0.25	6.70	0.80	33.7
4	Днепр - Речица	1877-1991	115	28	365	1.95	0.21	6.74	0.60	48.9
5	Днепр - Бобруйск	1877-1991	115	28	119	1.70	0.18	6.70	0.99	25.2
6	Сож - Славгород	1877-1991	115	28	106	2.43	0.26	6.81	1.08	25.2
7	Припять - Мозырь	1877-1991	115	30	383	2.77	0.29	6.88	0.29	95.6

ЛИТЕРАТУРА

1 СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик/Госстрой СССР. М.:Стройиздат, 1985.-36с.

Составляющие теплоресурсов на территории Полесья

В.В.Валуев, А.А.Волчек, О.Г.Машик, В.Ю.Целиндь

Уравнение тепл. энергетических ресурсов процесса суммарного испарения (суммарного водопотребления) для любого р-на четного периода (i) имеет вид:

$$LZm_i = R_i^* + Pq_i^* \pm \Delta B_i \pm \Delta LZm_i, \quad (1)$$

где Zm_i - водный эквивалент тепл.энергетических ресурсов климата, представляющий собой величину максимально возможного испарения;

L - скрытая теплота испарения; R_1^* - положительная составляющая радиационного баланса; Pq^* - адвективный приток тепла извне (с г ддушными массами); $\pm \Delta B_1$ - изменение теплозапасов деятельного слоя почвы; ΔLZm_1 - расход тепла на фазовые изменения состояния воды в сезонно промерзающем слое почво-грунтов. В практических расчетах используются косвенные зависимости Zm_1 от определяющих его факторов. Нами установлено, что скомпенсированный радиационный баланс (R_1) и фактическая средняя декадная температура воздуха (t_p , °C) в разрезе года на территории Полесья следуют синхронно и представляют собой петлю гистерезиса. При этом выявлено 2 типа внутригодового распределения: 1 тип-максимум (R_1) приходится на 2-ую декаду июля; 2 тип-максимум (R_1) приходится на 3-ю декаду июня. Распределение 1-го типа характерно для 90% лет. Расчетные зависимости $R_1 = f(t_p, °C)$ следующие:

$$1 \text{ тип, верхняя ветвь, } \gamma=0,78 - R_1 = 6,14 \cdot t_p^{0,83} \quad (2)$$

$$\text{нижняя ветвь, } \gamma=0,90 - R_1 = \exp(4,88 + 0,15 \cdot t_p); \quad (3)$$

$$2 \text{ тип, верхняя ветвь, } \gamma=0,89 - R_1 = 5,08 \cdot t_p^{1,03}, \quad (4)$$

$$\text{нижняя ветвь, } \gamma=0,93 - R_1 = \exp(4,91 + 0,15 \cdot t_p) \quad (5)$$

Положительная составляющая радиационного баланса (R_1^*) находится из установленной зависимости R_1/R_1^* . Адвективный приток тепла с океаническими воздушными массами определяется как:

$$Pq^* = P_i + PK_1^* + PK_2^* + Pq_1^*, \quad (6)$$

где P_i - так называемый, "турбулентный поток приземной атмосферы";

PK_1^*, PK_2^*, Pq_1^* - соответственно, конвективные и адвективные составляющие приземного теплообмена. Декадные значения результирующей (P_i) можно косвенно оценить по уравнению: $P_i = 0,07((13,22 + 0,96 \cdot R_1) \frac{d_1}{t_p})^{0,81}$, (7)

где d_1 - средний декадный дефицит влажности воздуха. Для дифференцированного учета теплопотоков (PK_1^*, PK_2^*, Pq_1^*), мы используем полученные рабочие зависимости. Декадные значения изменения теплозапасов деятельного слоя почвы ($\pm \Delta B_1$) находятся по выражению:

$$\pm \Delta B_1 = 0,04 R_1 - 13,22. \quad (8)$$

Расход тепла на фазовые изменения почвенной влаги составляет:

$$\pm \Delta LZm_1 = L(1,4 \cdot W_{CH1} + W_{OR1}), \quad (9)$$

где L - скрытая теплота замерзания воды; W_{CH1} - запас воды в снеге на конечную дату расчетного интервала времени; W_{OR1} - запас воды в замороженном слое почво-грунта на эту же дату. Полная глубина промерзания почво-грунта на конкретную дату рассматриваемого интервала времени определяется через ее приращение за этот интервал (ΔH_{OR1}):

$$H_{GR,t} = H_{GR,t-1} + \Delta H_{(GR,t)} \quad (10)$$

где $\Delta H_{GR,t} = \lambda_3(t / \pm \Delta B_1 - 1 / \alpha_1 - h_{CH1} / \lambda_1 - 1 - \alpha_2 - H_{GR,t-1} / \lambda_2 - 1 / \alpha_3) \cdot h_{CH1}$ - средняя на конечную дату расчетного интервала времени высота снежного покрова; $H_{GR,t-1}$ - глубина промерзшего почво-грунта на начало расчетного интервала времени $(t-1)$; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ - коэффициенты теплоотдачи, соответственно, систем: воздух-поверхность снега (почво-грунта) в фактическом состоянии, 1; снег-поверхность замерзшего почво-грунта, 2; замерзший почво-грунт-поверхность почво-грунта в естественном состоянии, 3; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ - коэффициенты теплопроводности, соответственно, для: снега, 1; замерзшего почво-грунта, 2; почво-грунта в естественном состоянии, 3.

Суммируя дифференцированно установленные зависимости по оценке R_t^* ; P_t^* ; $\pm \Delta B_t$; $\pm \Delta LZM_t$, согласно уравнению (1), получим для конкретного объекта гидромелиораций рабочие уравнения теплоэнергетических ресурсов процесса суммарного испарения LZM_t за расчетный интервал времени (t) .

Освоение, использование и эксплуатация мелиорированных земель в Брестской области

С.С.Стељмашук

По состоянию на 1.01.94 г. в хозяйствах области общая площадь сельскохозяйственных земель составила 1269497 га., в том числе осушенных земель 609847 га. орошаемых - 27477 га. Наличие систем с двухсторонним регулированием водного режима составило 256579 га. Посевная площадь сельскохозяйственных культур в 1993 году составила 71673 га.

Из 27415 га орошаемых земель в 1993 г. произведено поливов на 14938 гектарах, в том числе на пашне 8027 га и на сенокосах, пастбищах - 6911 га. Из-за разукрупнения орошаемого оборудования, его физического износа не поливалось 7195 гектаров земель.

В связи с недостаточным финансированием, низкими темпами ведется мелкориганное строительство. За 1993 год в области введено в эксплуатацию 8656 га осушенных земель, а оросительных систем построено на 80 га, торфоучастков на 41 гектаре. Культуртехнические работы на землях, не требующих осушения в 1993 году выполнялись на площади 7075 га.

Урожайность сельскохозяйственных культур на посевной площади составила в среднем по области 45,4 кормовых единиц с 1 га, на сенокосах и пастбищах - 21,6.

Капитальный ремонт внутрихозяйственной сети в 1993 году произведен на площади 9284 га, текущий ремонт на 14409 га.

Требуется провести капитальный ремонт на площади 55634 га, реконструкцию на 107382 га, открытой межхозяйственной сети протяженностью 152 км., открытой внутрихозяйственной сети - 3046 км.

Наличие сельскохозяйственных угодий на торфяниках на 1.01.94г. составило 191781 га. Под пропашные культуры использовалось 3261 га торфяников.

Из 148241 га мелкозлеяных торфяников под пропашные культуры использовалось 900 га. Сельскохозяйственное использование торфяных почв связано с постепенным разрушением азотных запасов органического вещества. Добиться коренного улучшения водно-физических свойств торфяников можно путем искусственного обогащения их различными минеральными компонентами. Одним из приемов коренного улучшения водно-физических свойств и физической консервации торфяной залежи является коренное преобразование почвенного профиля торфяника методом глубокой вспашки. Другим приемом может служить планировочные работы торфяников с минеральными выклиниваниями путем срежки последних и перемещением минерального грунта на окружающие торфяники.

Опыт исследований указывает на техническую возможность и экономическую целесообразность проведения планировочных работ на мелиорируемых болотных массивах с наличием минеральных включений с использованием серийно выпускаемых мелиоративно-строительных машин.

Более эффективной, с точки зрения производительности и качества работ, и также наиболее экономически целесообразной является технология планировки с использованием бульдозера как на перемещении растительного слоя, так и на основной операции по срезке повышений и перемещению минерального грунта на окружающие торфяники. Основной стратегией этой технологии является перемещение торфяной почвы с минеральной с одновременным выравниванием поверхности.

Планировка осушенных площадей коренным образом улучшает равномерность увлажнения почвы, обеспечивает агротехнические требования для выращивания сельскохозяйственных культур, а также способствует повышению производительности сельскохозяйственной техники.

Эффективность возделывания сельскохозяйств на спланированных мелкозлеяных торфяниках с минеральными поправками велика.

Стратегия многокритерийного анализа компьютерных вычислений

И. Монгуевич

1. Вступление.

Современные компьютерные методы, такие как: методы конечных элементов, методы оптимизации с учетом многих критериев, методы, основанные на общении (конверсации) проектировщика с компьютером, в наше время становятся для проектировщиков и ученых уже классическим вспомогательным инструментом в их труде. Применение вышеперечисленных методов в проектировании элементов машин, электрических и магнитических систем, строительных конструкций, а также вычислений во многих других областях, позволяют получить требуемые проектировщиком величины рассматриваемой им системы или элемента во многих значениях. Цель работы любого конструктора - создать самое качественное изделие. В общем, в технической литературе [2,4] встречаемся с единодушно выраженным мнением, что показатель качества решения конструктивного вопроса является векторной величиной, а каждая его скалярная мера - как искусственная - ставит в неточном виде всю информацию о предмете исследования. Данный подход является основой для наших выводов и одновременно приглашением к ознакомлению с многокритерийным анализом получаемых значений и способами его применения.

2. Стратегия многокритерийного анализа.

Рассматриваемая нами стратегия анализа с учетом многих критериев опирается на анализ соотношений доминантности в множестве векторных величин функции критерия и дальше, на его основе - определение самых лучших решений. Стратегия опирается на основу применения дефиниции недоминантных решений [3] и меру мин.-макс. с весами [2], а также метод поисков репрезентативных решений [1].

Предлагаемый подход складывается следующим образом:

i) оп. - делить множество критериев для оценки проектируемого изделия;

ii) назвать из множества, созданных (генерированных) компьютером решений, множество решений, недоминантных в значении Парето. Решение называем оптимальным в значении Парето, если нет возможности улучшить значение ни одного из критериев для оценки F_1, F_2, \dots, F_k - без вынужденности ухудшать значение какого-либо из остальных критериев.

iii) определение и компромиссное решение на основании меры мин.-макс. с весами [2]. Короче говоря, с помощью меры мин.-макс. исследуется относительный рост критерия оценки по отношению к их минимальным или максимальным значениям в зависимости от наших требований уменьшать

или увеличивать значение критерия. Определяемые веса касаются относительных ростов (величины безразмерные), и поэтому относительно т.по соответствуют требованиям проектировщика.

iv) определение подмножества репрезентативных решений [1], применяя меру мин.-макс. с весами, разделяя множество решений паретооптимальных согласно пункту "ii)", используя решение, полученное в пункте "iii)".

Действие стратегии показано на рис.1. Примерно показан случай, в котором было принято два критерия для оценки, а проектировщик стремился к минимализации значений обоих критериев.

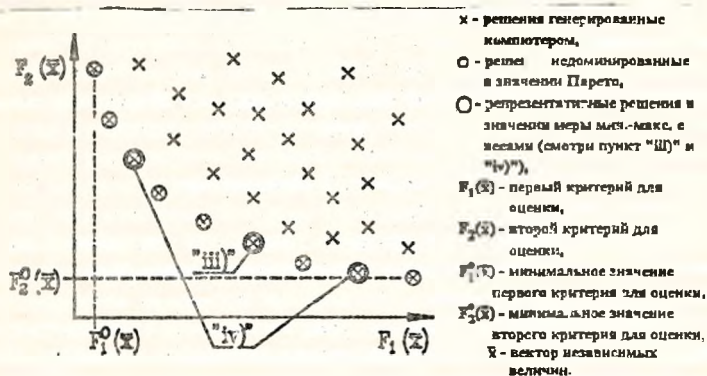


Рис.1.Идея стратегии многокритерийного анализа генерированных решений для двухкритерийной минимализации.

3.Итоги.

Представленную стратегию можно применять при одновременном анализе многих противопоставленных друг другу критериев оценки, из которых одни минимизируются, а остальные максимизируются. Для проведения анализа не требуется применять нормированных значений величин, вычисленных компьютером. Применяемая мера мин.-макс. сама проводит нормирование значений вычисленных величин, используя при этом внутренние свойства генерированных решений.

Конечным эффектом применения представленной стратегии является получение из множества генерированных решений одного, содержащего несколько десятков элементов, подмножество, содержащее несколько элементов решений компромиссных (2-4 решения), что в большой степени облегчает проектировщику проведение окончательного выбора.

На основании представленной стратегии можно создать компьютерную программу, действующую конверсационным способом.

ЛИТЕРАТУРА.

- [1] Montusiewicz J.: Pewna metoda poszukiwania rozwiazan reprezentatywnych, Zeszyty Naukowe WSInz. w Koszalinie, 1994
- [2] Osyczka A.: Computer Aided Multicriterion Optimization System (CAMOS), Software Package in FORTRAN, International Software Publishers, Cracow, 1992
- [3] Pareto V.: Cours d'Economic Politique, Lousanne, Rouge, 1896
- [4] Пуш А.В.: Многокритериальная оптимизация шпиндельных узлов, Станки и инструмент N 4, 1987

Минимизация длины связей кольцевой локальной вычислительной сети

Г.Л.Матюшкова, Л.П.Матюшков

Задача оптимизации сети настолько сложна, что нет никакой надежды решить ее в общем виде, и поэтому было предложено множество подходов к решению отдельных ее подзадач.

При решении задач с оптимизации было бы идеально применить строгие математические методы и получить точное оптимальное решение. Однако даже если задачу можно строго сформулировать и в принципе решить, в большинстве случаев такой подход оказывается неоправданно громоздким и длительным по времени. Обычно применяется три подхода, которые можно классифицировать как комбинаторный, аналитический и эвристический.

Предлагается остановиться на решении одной подзадачи - минимизации длины связи кольцевой локальной вычислительной сети (ЛВС) на базе смешанного подхода, включающего возможность получения точного решения при достаточном времени и ресурсах памяти на решение подзадачи или приближенного при их недостатке.

Ввиду ограниченности ресурсов (время, память) на точное решение подзадачи, предлагается вариант ее решения, когда ресурсы достаточно точным оптимумом, а в остальных случаях с достаточной близостью к оптимуму решить эту задачу.

Такая структура алгоритма предлагается на основе метода ветвей и границ, который существенно опирается на "рекордный результат" и служит для решения задач дискретного программирования.

Поэтому в первой части алгоритма предлагается использовать (дается на выбор инженеру-проектировщику) поиск рекордного варианта по одному из эвристических методов, предлагаемых в программе (первый пришел FIFO; вероятностный выбор узлов и др.), а также по любой названной им последовательности прохождения кольца рабочих станций, т.е. порядок прохождения их номеров он задает. Если рекорд совпадает с минимальной оценкой значения оценочной функции на множестве оставшихся для рассмотрения вершин, то он является результатом решения подзадачи 'к. поиск прекращается.

На втором этапе предлагается модифицированный метод ветвей и границ, когда при покидании самого нижнего уровня, достигнутого при данной попытке ветвления, делается попытка улучшить рекордное решение за счет продолжения точной части решения по одному из эвристических принципов (или достигается последняя вершина одним из методов с первого этапа, а если допускается диалоговое вмешательство проектировщика, то он может назвать порядок прохождения оставшихся номеров станций). Решение подзадачи завершается при получении точного значения оптимума или же при ограничениях на время (или память) за результат принимается последний рекордный результат. Возможны модификации программы, когда из эвристических соображений будет отсечена часть ветвей дерева с достаточно плохими оценками перспектив их развития в сторону нового рекордного результата.

Управление алгоритмом решения подзадачи может быть автоматическим после задания ограничений на время и память проектировщиком, возможно также и диалоговое управление, когда проектировщик может потребовать выполнения расчетов по определенной группе вариантов. Иногда, в случае диалогового управления, удастся использовать и отсекация целых групп вариантов из интуитивных соображений.

Предложенный алгоритм обладает преимуществами для реализации на ПЭВМ в диалоговом режиме. Алгоритмы обеспечивают:

- гибкость в выборе принципа расчета как исходного рекордного варианта так и в попытке построить новые рекордные варианты при переходах с наиболее развитого уровня не менее развитый;
- возможность учитывать временной ресурс как в автоматическом так и в диалоговом режимах;
- выбор стратегии использования оставшейся не заполненной памяти машины под развитые варианты задач, в зависимости от конфигурации ПЭВМ.

Кроме того, простота конструкции оценочной функции, позволяет быстро подсчитать ее значение.

Эффективность технологической выдержки источников света после изготовления

Г.Н.Овсянников

Существующий технологический процесс изготовления источников света предусматривает операцию выдержки их после сборки.

Технологическая выдержка (48 час) и последующий контроль позволяет выявить дополнительно $\approx 60\%$ (1,5% от объема производства) дефектных изделий, по причине негерметичности баллона. Остальные виды брака в результате технологической выдержки продукции практически не выявляются. Суммарные затраты на выполнение этой операции, даже при выборочном методе контроля, составляют $\approx 10\%$ от себестоимости изделия.

Очевидно, что качество изделий от этой технологической операции повыситься не может, а себестоимость и цена изделия увеличиваются.

Процесс поступления в баллон лампы атмосферного воздуха или истечение из него смеси инертных газов является адиабатический, нестационарный, по времени - асимптотический, с постоянной времени около 70 часов, что совершенно не соответствует продолжительности выдержки. Метод контроля основан на поступлении определенной доли (5%) свободного кислорода. Время натекания при адиабатическом истечении из сопла неправильной формы можно определить в виде [1].

$$t = \frac{2v}{\mu f \sqrt{2g}} (\sqrt{P_1} - \sqrt{P_2})$$

где v - объем баллона; f - площадь отверстия; $\mu=0,72$ для воздуха; P_1, P_2 - давление наружное и внутреннее; t - время.

Стохастический характер этого процесса не позволяет точно его описать и тем более устранить брак продукции, который впоследствии почти полностью выявляется в ходе реализации - проверка на запускание.

Проведенные исследования позволяют наметить и осуществить эффективные меры по предупреждению и выявлению брака в ходе сборки [2]: ужесточение требований по входному контролю качества стеклополуфабрикатов, особенно по капиллярности и концентраторам напряжений; опрессовка баллона под избыточным давлением; снижение температуры баллона в ходе газовой промывки и наполнения; изменение химсостава геттера и стекломассы; оптимизация режимов термообработки; модернизация узла запайки (штамповки) штенгеля.

Эффект по снижению брака более 2%, что значительно превышает объем брака, выявляемый после выдержки. Экономический эффект от прямых затрат более 10%, так как полностью устраняет операцию выдержки. Кроме

того достигается повышение светового потока, продолжительностью горения, что в итоге дает повышение качества изделия примерно на 15%.

Таким образом, предприятиям ламповой отрасли рекомендуется технологическую операцию выдержки ламп ликвидировать, как неэффективную по снижению брака и повышению качества продукции.

Затраты на реализацию предложенных рекомендаций вполне компенсируются экономией по снижению брака, себестоимости и повышению цены изделия, как изделия более высокого качества.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Паничкин И.А. Некоторые задачи газовой динамики. Ч.1, НИИ, 53 г.
- 2 Александров А.И., Овсянников Г.Н., Свитнева Л.А. От контроля брака - к управлению процессом сборки ламп накаливания. Межвузовский сборник трудов. Саранск, 85 г.

К вопросу о качестве электровакуумных приборов

Г.Н.Овсянников

Качество электровакуумных приборов имеет чрезвычайное значение для производства. Имея широкую номенклатуру приборов данного типа, рассмотрим некоторые ее аспекты на примере источников света.

Известно [1,2], что до настоящего времени не разработано количественных мер качества и методов их расчета. Следствием этого является множество проблем от оценки качества уровня разработки до цены изделия.

В качестве обобщенной оценки качества рекомендуется безразмерный коэффициент качества - К.

$$K = \frac{T\Phi}{PC} \quad (1)$$

где Т - срок эксплуатации (час), Φ - световой поток (лм), Р - мощность (Вт), С - себестоимость (коп.).

Для производственных задач более приемлемым может быть выражение в виде:

$$K = \eta H \quad (2)$$

где $\eta = \frac{\Phi}{P}$ - светоотдача-параметр, нормируемый в действующей технологии; $H = \frac{T}{C}$ - экономический срок эксплуатации - параметр, предлагаемый для нормирования и контроля.

Учитывая физические взаимосвязности, для ламп накаливания [2], параметров, входящих в (1,2), получим уточненную оценку качества - K_1

$$K_1 = \frac{T_0 \Phi_0}{P_0 C_0} \left(\frac{P_0}{P} \right)^{1/2} = K_0 \mu, \quad (3)$$

где T_0 , Φ_0 , P_0 , C_0 , K_0 - средние значения параметров.

Коэффициент K_1 рассчитывается для группы (партии) изделий, что совершенно необходимо для массового изделия. Уровень качества изделий Брестского электролампового завода показан в табл. 1.

Таблица 1
Параметры ламп накаливания

№ пп	Наименование и тип изделия	Мощность P_0 (Вт)	Световой поток Φ_0 (лм)	Срок экспл. T_0 (час)	Себестоимость C_0 (к. р.)	Коэффициент K_0	Превышение (%)
1	Б230-240-40	40,2	401	1610	85,77	137,2	27,6
2	БК230-240-60	60,2	820	1220	113,35	146,6	0
3	Б230-240-75	75,5	942,6	1380	89,35	192,8	31,5
4	Б230-240-100	97,8	1371	1410	102,46	192,9	31,5
5	Б245-255-150-1	149,8	2154	1200	95,86	180,0	22,8
6	Б215-225-200	195,4	3184	1430	110,81	110,8	43,2
7	ДСК226-230260	509	781	1580	123,59	166,7	13,7

Различия уровней качества (43%) примерно соответствует экспертным оценкам по косвенным показателям [1,2].

Для практических экспресс-расчетов разработана номограмма.

Выводы:

1. Предлагаемые оценки качества отражают реальные физические взаимосвязи отдельных параметров и являются достаточно точными.
2. Метод расчета этих оценок позволяет учитывать и их статические отклонения.
3. Для экспресс-расчетов разработана номограмма.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Качеству источников света особое внимание технического проектирования. Светотехника № 1, 88 г., с.5.
2. Ламехов О.А. и др. Светотехника и светоизмерения. М., 80 г.

Математическое моделирование динамических процессов в автоматизированных электроприводах

О.Н.Прокопеня

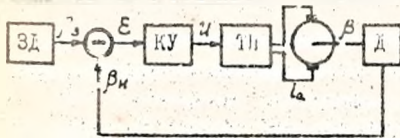
Современный автоматизированный элект. привод, как правило, представляет собой сложную электромеханическую систему, чаще всего замкнутую, в состав которой входят различные типы датчиков, преобразующих, корректирующих и усилительных устройств, исполнительные электродвигатели, а также управляемый объект. В процессе расчета и проектирования такая система должна рассматриваться как единое целое, что приводит к необходимости широкого применения методов математического моделирования с использованием ЭВМ.

В этой связи важное значение имеет разработка соответствующих программных средств, основу которых составляет математическое описание типовых звеньев электропривода. Автором разработаны математические модели двигателя постоянного тока, тиристорного преобразователя, тахогенератора, электромеханического преобразователя и устройств последовательной коррекции, на основе которых создана программа для ЭВМ, позволяющая моделировать работу электропривода с двигателем постоянного тока.

Для описания рассматриваемой системы использован метод переменных состояния. Решение уравнений, описывающих поведение отдельных звеньев, осуществляется численным методом Дормана-Принса во временной области.

Разработанная программа позволяет воспроизводить поведение электропривода при произвольных входных воздействиях, реализуя различные законы регулирования. Она может быть использована для выбора рациональных параметров звеньев электропривода.

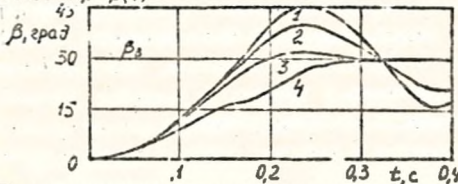
Для пояснения возможностей разработанной модели рассмотрим пример ее использования для определения рациональных параметров корректирующего устройства в системе регулирования угла поворота вала двигателя. Функциональная схема системы имеет следующий вид



ЗД-задатчик угла поворота;
 КУ-корректирующее устройство;
 ТП-тиристорный преобразов.;
 Д-датчик угла поворота.

Уравнение корректирующего устройства $u = n_0 \varepsilon + n_1 \frac{d\varepsilon}{dt}$, где n_0 и n_1 - постоянные коэффициенты; ε - ошибка регулирования.

В результате моделирования переходного процесса при обработке системой ступенчатого входного воздействия $\beta_1 = 30^\circ$ получены следующие завис. моста $\beta = \beta(t)$



- 1- $n_0=1$; $n_1=0$;
- 2- $n_0=0,5$; $n_1=0,5$;
- 3- $n_0=0,3$; $n_1=0,7$;
- 4- $n_0=0,1$; $n_1=0,9$.

Приведенные зависимости показывают, что при $n_0=0,3$ и $n_1=0,7$ изменение β близко к монотонному, следовательно данные значения n_0 и n_1 являются наиболее рациональными.

Разработанная математическая модель и реализующая ее программа для ЭВМ могут использоваться для выполнения практических расчетов, а также в учебном процессе. Их использование при выполнении расчетно-графических, курсовых работ и дипломных проектов способствует более полному пониманию процессов, происходящих в электроприводе.

Микропроцессорная система измерения температуры среды

А.В.Клопоцкий, А.А.Клопоцкий.

Решение задач автоматизация различных тепловых технологических процессов требует наиболее надежного и точного контроля и регулирования температуры, которая является параметром, определяющим качество продукции. Высочайшая точность измерения достигается с помощью преобразователей выходного параметра термочувствительного элемента в частоту следования электрических импульсов, для чего используют двухгенераторные схемы, в которых один генератор является эталонным, а другой - термозависимым.

Термозависимый генератор представляет собой мультивибратор, в цепь обратной связи которого подключается первичный измерительный преобразователь температуры.

Структурная схема микропроцессорной системы (МПС) приведена на рис.1. МПС включает в себя термозависимый генератор импульсов Гх, эталонный генератор импульсов Го, микропроцессор (ОЭВМ), постоянную память программы, цифровой коммутатор и устройство ввода и отображения

информации. Работа системы основана на цифровом методе измерения температуры, который заключается в сравнении частоты термозависимого генератора импульсов с частотой эталонного генератора импульсов.

Для автоматического измерения температуры предлагается общий алгоритм программного обеспечения микропроцессора. Алгоритм предусматривает увеличение точности обработки информации за счёт уменьшения случайных ошибок измерения путём неоднократного выполнения данного алгоритма с соответствующей статистической обработкой результата.

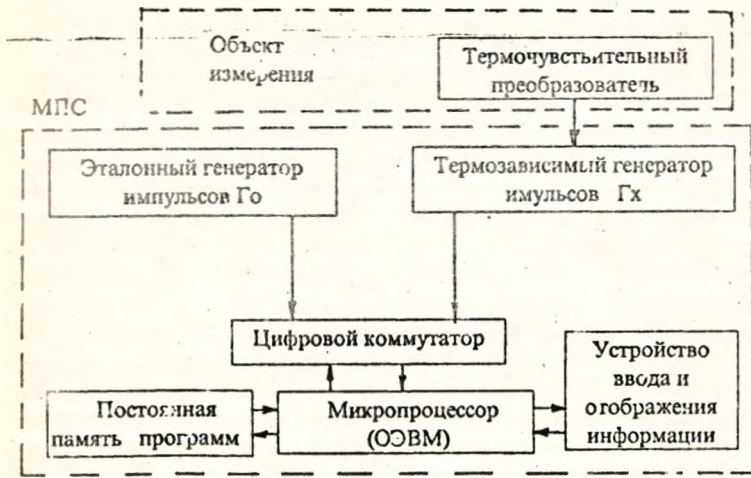


Рис. 1. Структурная схема микропроцессорной системы измерения температуры среды.

С целью проверки алгоритма МПС измерения температуры среды макетировались на однокристалльной микро-ЭВМ КР1816ВЕ51.

Для уменьшения относительной погрешности частота эталонного генератора G_0 должна быть равна частоте термозависимого генератора G_x при температуре T_0 соответствующей середине диапазона измеряемых температур.

Выводы.

1. Применение микропроцессора позволяет максимально упростить наиболее дорогостоящую аппаратную часть устройства измерения температуры.

2. Высокая точность измерений достигается за счёт использования специальных программных средств, обеспечивающих помехозащищённость алгоритма.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований микропроцессорной системы измерения температуры.

Устройство защиты трёхфазного двигателя от обрыва фазы.

А.В.Клопоцкий, И.М.Панасюк

Пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором небольшой мощности осуществляется обычно при помощи магнитных пускателей, состоящих из контактора переменного тока и двух тепловых реле. Тепловые реле обеспечивают отключение двигателя при перегрузках, размыкая цепь питания катушки контактора.

При обрыве одной фазы тепловая защита также обеспечивает отключение двигателя спустя некоторое время, в течении которого двигатель, работая на двух фазах, перегревается.

Более надёжная защита двигателя достигается при использовании реле обрыва фаз, например, Е-511 или ЕЛ-8.

Особенностью эксплуатации реле Е-511 является необходимость определения порядка следования фаз источника питания для правильного его подключения, что не всегда возможно.

Принципиальная электрическая схема устройства защиты трёхфазного двигателя от обрыва фазы приведена на рис.1. В качестве токоограничивающих элементов в каждой фазе используется конденсатор С, параллельно которому включён резистор R, обеспечивающий саморазряд конденсатора при его отключении от источника питания. В устройстве защиты используется реле постоянного тока РЗ. Ток, протекающий в цепи катушки реле, выпрямляется с помощью полупроводниковых диодов VD1-VD4. Настройка устройства защиты на величину рабочего тока реле РЗ осуществляется резистором R4.

Принцип работы предлагаемого устройства защиты двигателя основан на свойствах трёхфазной нагрузки, соединённой по схеме звезды. Известно, что при симметричной нагрузке величина напряжения между нейтральными точками приёмника и источника равна нулю. При нарушении симметрии

нагрузки, например, при обрыве одной из фаз появляется напряжение смещения нейтрали, которое обеспечивает срабатывание реле защиты К.

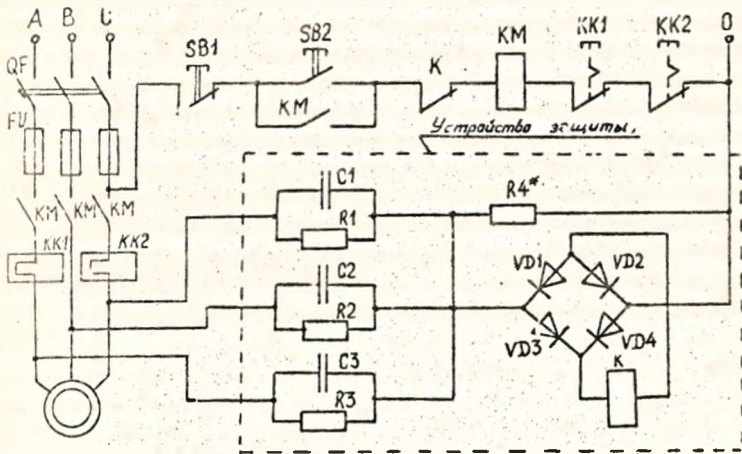


Рис.1. Типовая схема управления трёхфазным двигателем с устройством защиты от обрыва фазы.

Выводы.

1. Предложенное устройство защиты трёхфазного двигателя от обрыва фазы исключает недостатки, характерные для тепловой защиты.
2. По сравнению с реле Е-511, предложенное устройство отличается схемной простотой, простотой эксплуатации, надёжностью работы и более низкой стоимостью комплектующих элементов.
3. Устройство может быть использовано для защиты электродвигателей, которые по характеру работы изменяют направление вращения (электропривод задвижек). Это неприменимо для реле Е-511, так как изменяется порядок следования фаз.

Согласование счетных устройств в интерферометре с АЦП

В.А.Омелько, Н.В. Кудинов

Использование АЦП для квантования амплитуды периодов интерференционной картины позволяет повышать разрешающую способность измерения

перемещений. Зависимость освещенности за период для интерферометров приблизительно соответствует синусоидальной. Нелинейная зависимость требует согласования уровня квантования с величиной перемещения.

Установка трех фотоприемников равномерно по периоду позволяет получить три сигнала со сдвигом на угол в 120 градусов. Нахождение этих сигналов в различных фазовых точках допускает выбор наиболее линейных участков функций с максимумом производной. Переход к данным соседних функций, вызывает погрешность в пределах дискрета АЦП и погрешности, связанной с неточностью фазовой установки фотоприемников. Поскольку обе погрешности систематические, то с помощью оценки измерения по трем зависимостям интерполируется переход к линейному участку.

Общее показание перемещения образуется из подсчета числа периодов и дискрета на одном из трех АЦП.

Такой подход позволяет получить точность отсчета в пределах 0,1 длины интерференционной картины с использованием 6-ти разрядных АЦП.

Возможно использование также большего количества АЦП для повышения разрешающей способности в пределах длины интерференционной картины. Это дает возможность больше линеаризовать исследуемые участки синусоид, снимаемых с датчиков, ввиду того, что датчик исследует меньший фазовый участок. Для получения необходимой разрешающей способности необходимо применять достаточную разбивку длины волны во времени. Исследуемый участок уменьшается: в 2 раза ввиду отражения от поверхности; в 3 раза ввиду использования 3-х датчиков; и окончательная разбивка определяется разрядностью используемого АЦП. Вариант использования АЦП для преобразования сигналов возможен для технического решения устройства измерения линейных перемещений описанного в [1].

ЛИТЕРАТУРА.

1. Авторское свидетельство 1095034. Устройство для измерения линейных перемещений. Поздняков В.Ф., Сергеев С.С., Кудинов Н.В. и др.

Вопросы и ответы по отказоустойчивых линейных систолических процессоров

В.А.Головкин, В.И.Хвещук, Н.С.Трифимчук, С.А.Филиппова.

Систолические процессоры позволяют соединить преимущества конвейерной обработки информации и технологии СБИС. Необходимость обработки информации в реальном масштабе времени, возрастающий объем вычислений и векторизуемость алгоритмов вычислений создают предпосылки

реализации соответствующего вычислителя на систолическом массиве. В данной работе рассматриваются вопросы проектирования одномерных с отказоустойчивых систолических процессоров на примере процессора для вычисления медианы и решения системы линейных алгебраических уравнений. Медианная фильтрация применяется для анализа изображений и состоит в выборе среднего числа из перечня рассортированных в порядке убывания n значений входной функции $f(x)$ внутри смещенного окна $W+x$, где $|W|=n$ - размерность окна, n - нечетное число. Так медианный фильтр с окном $W=\{-1,0,1\}$, $|W|=3$ реализует следующую функцию:

$$\text{med} [f(x-1), f(x), f(x+1)] = \max \left\{ \begin{array}{l} \min [f(x-1), f(x)]; \\ \min [f(x-1), f(x+1)]; \\ \min [f(x), f(x+1)]. \end{array} \right\}$$

В основе систолического процессора для решения системы линейных алгебраических уравнений используется метод LU - разложения матриц. В обоих случаях исходный треугольный массив процессорных элементов (ПЭ) был отображен на линейную систолическую структуру. Следует также отметить, что систолический процессор медианы реализован со скользящим окном.

При проектировании указанных выше систолических массивов решались следующие задачи: высокая скорость вычисления, сплайсовость структуры, в соответствии с размерностью задачи, возможность простого обхода отказавших элементов, организация простого ввода входных данных, наблюдаемости и управляемости элементов систолического массива. При этом в отличие от известных подходов, когда средства отказоустойчивости вводятся на последнем этапе проектирования, здесь структура систолического массива и организация потока данных выбирались исходя из обеспечения тестопригодности и отказоустойчивости при малых аппаратных затратах. В разработанных схемах легко реализуются два подхода к структурной перестройке:

1. Обеспечение заранее меньшего уровня производительности, когда в исходном состоянии все процессорные элементы рабочие.

2. Обеспечение структурной перестройки схемы для замены отказавших элементов на резервные. При отказе i -го процессорного элемента ПЭ(i) происходит такое его исключение из линейки, при котором функции выполняемые ПЭ(i)...ПЭ(N) передаются ПЭ($i+1$)...ПЭ($N+1$) соответственно, т.е. происходит сдвиг вправо на один элемент.

Проведено моделирование показателей отказоустойчивости систолических процессоров при реализации их на кристалле. Показаны

технология выбора оптимального объема резервных процессорных элементов. На основе анализа реализации приведенных выше отказоустойчивых процессоров разработаны общие рекомендации для проектирования линейных отказоустойчивых систолических массивов.

Систолический процессор преобразования Фурье с интеграцией на уровне пластины

В.А. Головки, В.Б. Гладышук, Г.Х. Циркина

В настоящее время перспективы дальнейшего роста степени интеграции схем связывается со схемами с интеграцией на уровне пластины, которые по сравнению с современными СБИС позволяют сделать не просто количественный, а качественный скачок: в увеличении числа функций, выполняемых схемами на монолитном кристалле, надежности и производительности.

В настоящей работе рассматривается реализация систолического процессора преобразования Фурье с интеграцией на уровне пластины. При этом процессор выполняет дискретное преобразование Фурье, которое реализуется по схеме Горнера

$$F_k = ((X_{N-1} W_N^k + X_{N-2}) W_N^k + \dots + X_1) W_N^k + X_0,$$

где $k = 0, N-1$, N - общее число отсчетов, $\{X_0, X_1, \dots, X_{N-1}\}$ - совокупность исходных отсчетов, W_N^k - весовые коэффициенты, которые вычисляются следующим образом:

$$W_N^k = \exp(-j2\pi kn / N).$$

Систолический процессор представляет собой линейку процессорных элементов (ПЭ), в которой при необходимости возможен обход отказавших элементов. При этом средства отказоустойчивости могут быть ориентированы как на нейтрализацию производственных, так и эксплуатационных отказов. Для нейтрализации производственных отказов в схему вводится ПЗУ дефектов, в которое на этапе производства путем пережигания плавких перемычек заносится информация о работоспособности процессорных элементов. С целью нейтрализации эксплуатационных отказов для каждого процессорного элемента схемы вводится триггер работоспособности, в который заносится соответствующая информация о состоянии ПЭ при тестировании схемы на этапе эксплуатации. Выводы ПЗУ дефектов и триггеров работоспособности управляют коммутационными элементами

схемы, в результате чего при необходимости осуществляется обход неисправных ПЭ, т.е. происходит автоматическая реконфигурация схемы.

Загрузка данных в систолический процессор осуществляется параллельно с вычислениями. При этом данные представляют собой комплексные числа, каждое из которых представлено двумя 8-разрядными словами в формате с фиксированной запятой. По проведенным оценкам общее число вентилях в одном ПЭ составляет порядка 4000, а площадь пластины, необходимая для реализации 80 ПЭ - 12 см². В работе приводится моделирование выхода годных описанной выше схемой при различных параметрах кластеризации дефектов на пластине. При этом для расчета выхода годных использовалось обобщенное отрицательное биномиальное распределение и в зависимости от типа кластеризации дефектов - статистика Максвелла-Больцмана или Бозе-Эйнштейна. Показано, что если для исходной без средств отказоустойчивости схемы в зависимости от исходных данных будет единицы процентов выход годных, то при введении средств отказоустойчивости он может достигнуть 30%, что является вполне приемлемой величиной. При этом площадь пластины достигает 15 см². Таким образом, в работе рассмотрена реализация процессора Фурье на пластине. Это позволяет добиться ультра высокой степени интеграции, увеличения производительности и надежности схемы. Схема процессора при этом характеризуется слайсовой архитектурой и отказоустойчивостью.

О весовом спектре кода, полученного в результате сдвига кода Хэмминга

Л.П.Махнист, В.А.Головко, Г.Л.Муравьев, Л.П.Матюшков

Рассматривается распределение весов кода, полученного в результате сдвига кода Хэмминга H_m с параметрами $(n, n-m, 3)$, где $n=2^m-1$.

Так как H_m - линейный код, то для любого вектора f из F^n код $f+H_m$, полученный в результате сдвига, есть смежный класс кода H_m , содержащий f . Ввиду того, что код H_m является совершенным, то для него имеется только два типа смежных классов, а именно: H_m и n смежных классов с ненулевым лидером.

Пусть f не принадлежит коду H_m , а $A(k)$ - число слов с весом Хэмминга равным k , $0 \leq k < n$, в коде $f+H_m$. Следующее предложение определяет весовую функцию кода $f+H_m$.

Предложение 1. Весовая функция $W(x)$ кода, полученного в результате сдвига кода Хэмминга с параметрами $(n, n-m, 3)$ имеет вид:

$$W(x) = [(1+x)^n - (1-x)^{a+1} (1+x)^a] / (n+1), \text{ где } a = (n-1)/2.$$

Нетрудно проверить, что весовая функция $W(x)$ удовлетворяет следующему дифференциальному уравнению:

$$dW(x)/dx + a(x)W(x) = b(x),$$

где $a(x) = (1 + nx)/(1 - x^2)$, $b(x) = (1 + x)^n/(1 - x^2)$. Тогда для числа $A(k)$ слов веса k , $2 \leq k \leq n$, выполняется следующее рекуррентное соотношение:

$$A(k) = (C_n^{k+n} - A(k-1) - (n-1+2)A(k-2))/k, \text{ с начальными условиями } A(0)=0; A(1)=1.$$

Замечание. Весовая функция самого кода Хэмминга с параметрами $(n, n-m, 3)$ также удовлетворяет приведенному выше дифференциальному уравнению. Тогда последнее рекуррентное соотношение верно и для самого кода Хэмминга, различны лишь только начальные условия. В случае кода Хэмминга начальные условия имеют вид: $A(0)=1; A(1)=0$. Кроме того, весовая функция $V(x)$ кода H_n и весовая функция $W(x)$ кода $f+H_n$ связаны соотношением

$$V(x) + nW(x) = (1+x)^n.$$

Анализ предложения 1 дает возможность получить аналитические выражения числа слов фиксированных весов рассматриваемого кода.

Предложение 2. Число слов $A(k)$ с весом Хэмминга равным k , $0 < k < n$, кода, полученного в результате сдвига кода H_n определяется следующим выражением:

$$A(k) = (C_n^k - (-1)^{[k/2]} C_n^{[k/2]}) / (n+1),$$

где $[t]$ - наименьшее целое число, большее действительного числа t , а $\{t\}$ - наибольшее целое число, не превосходящее действительное число t .

В качестве следствия полученных результатов приведем аналитические выражения для числа $B(k)$ кодовых слов фиксированного веса k кода Хэмминга.

Следствие. Весовой спектр кода Хэмминга с параметрами $(n, n-m, 3)$ определяется выражением

$$B(k) = (C_n^k + (-1)^{[k/2]} C_n^{[k/2]}) / (n+1),$$

Замечание. Легко проверить, основываясь на полученных результатах, что между числом $A(k)$ слов веса k кода $f+H_n$ и числом $B(k)$ слов кода H_n выполняется соотношение

$$nA(k) + B(k) = C_n^k.$$

О весовых функциях одного класса кодов

Л.П.Махист, В.А.Головкин, Г.Л.Муравьев, Л.П.Матюшков

При определении весовых спектров некоторых кодов, если полностью известен спектр двойного к нему кода, как правило применяют тождество

Мак-Вильямс, связывающее весовые спектры исходного и дуального к нему кода. Однако в случае, когда расширенный код, т. е. код, полученный д-бавлением к исходному коду общей проверки на четность, инвариантен относительно транзитивной группы подстановок, целесообразно сделать выбор между определением весового спектра исходного кода или весовым спектром его модификации - расширенного кода. Фактически нужно произвести правильный выбор между спектром кода, дуального к исходному, и спектром кода, дуального к расширенному коду. Действительно, в некоторых случаях вычисление весового спектра исходного кода может существенно упроститься. Напомним, что если найден весовой спектр расширенного кода, инвариантного относительно транзитивной группы подстановок, то вычисление весового спектра исходного кода несложно. Пусть $A(k)$ - число кодовых слов с весом Хэмминга равным k , $0 \leq k \leq n$, исходного кода длины n , а $B(k)$ - число кодовых слов с весом Хэмминга равным k , $0 \leq k \leq N$, расширенного кода длины $N=n+1$. Тогда: $A(k)=(k+1)B(k+1)/N$, если $k=2i-1$, и, $A(k)=(N-k)B(k)/N$, если $k=2i$, $1 \leq i \leq N/2$, которые и дают возможность определить весовой спектр исходного кода. Вместе с тем, иногда просто определяется весовая функция расширенного кода. В этом случае, решение задачи нахождения весовой функции исходного кода даст следующее утверждение:

Предложение. Пусть $V(x)$ - весовая функция расширенного кода длины N , инвариантного относительно транзитивной группы подстановок, а $W(x)$ - весовая функция исходного кода. Тогда

$$(1-x)dV(x)/dx + NV(x) = NV(x). \quad (1)$$

В качестве примера рассмотрим двоичный код Хэмминга с параметрами $(n, n-m, 3)$, где $n=2^m-1$. Как известно, дуальным к расширенному коду Хэмминга $(N, N-m, 4)$, где $N=n+1$, является код Рида-Маллера первого порядка. Тогда, используя тождество Мак-Вильямс, получаем весовую функцию $V(x)$ расширенного кода Хэмминга:

$$V(x) = \frac{(1+x)^N + (1-x)^N + 2n(1-x)^n(1+x)^n}{2N}, \text{ где } a=N/2.$$

Так как расширенный код Хэмминга принадлежит множеству расширенных кодов БЧХ, инвариантных относительно транзитивной группы подстановок, воспользуемся предложением. Подставляя значение функции $V(x)$ в тождество (1), и произведя несложные преобразования, получим:

$$NW(x) = (1+x)^n + n(1-x)^n(1+x)^n.$$

Действительно, $W(x)$ - есть весовая функция кода Хэмминга с параметрами $(n, n-m, 3)$.

Замечание. Наиболее конструктивно применение данного утверждения для получения весовых функций прим. живных кодов БЧХ, исправляющего более одной ошибки. Действительно, если полностью описан спектр кода,

дуального к k у БЧХ, то целесообразно, используя тождество Мак-Вильямса, найти весовую функцию расширенного кода, а затем применить тождество (1).

О достоверности одного метода сжатия тестовых реакций

Л.П. Махнист, В.А. Голоеко, Г.Л. Муравьев

Будем рассматривать метод сжатия тестовых реакций, построенный на основе регистра сдвига с обратными связями, порождаемыми образующим полиномом степени $2m$ двоичного кода БЧХ, исправляющего две ошибки с параметрами $(n-1, n-2m-1, 5)$, где $n=2^l$, m - нечетное, $m \geq 3$.

Для оценки достоверности данного метода сжатия исследуется распределение вероятности $P(k)$ необнаружения ошибок кратности k , $1 \leq k \leq n-1$, определяемое как отношение $A(k)$ - количества необнаруживаемых последовательностей, содержащих ошибки кратности k , к общему количеству возможных последовательностей с ошибками той же кратности: $P(k) = A(k)/C_{n-1}^k$.

Заметим, что величины $A(k)$ есть количество кодовых слов с весом Хэмминга равным k , соответствующего кода. Кроме того, так как расширенный код БЧХ $(n, n-2m-1, 6)$ инвариантен относительно транзитивной группы подстановок, то между вероятностью $P'(k)$ необнаружения ошибок кратности k расширенного кода и вероятностью $P(k)$ исходного кода выполняется следующее соотношение: $P(2i-1) = P'(2i) = P'(2i)$, $1 \leq i \leq n/2$. Тогда задача нахождения распределения вероятностей $P(k)$ фактически сводится к определению вероятностей $P'(2i)$, $1 \leq i \leq n/2$, расширенного кода БЧХ $(n, n-2m-1, 6)$, определяемых выражением: $P'(2i) = A'(2i)/C_{n-1}^{2i}$, где $A'(2i)$ - количество кодовых слов с весом Хэмминга равным $2i$ расширенного кода.

Следующие утверждения устанавливают точные формулы для величин $A'(k)$, $P'(k)$ расширенного кода БЧХ с параметрами $(n, n-2m-1, 6)$.

Утверждение 1. Число $A'(k)$ кодовых слов с весом Хэмминга равным k расширенного двоичного кода БЧХ, исправляющего две ошибки с параметрами $(n, n-2m-1, 6)$ определяется следующим выражением:

$$A'(k) = [C_{n-1}^k + (-1)^{k/2} C_{n-1}^{k/2} (n-1)(n/2+i) + F(k)(n-1)n/2] n^2,$$

где $F(k)$ вычисляется на основе трехчленного рекуррентного соотношения $k(k-1)F(k) = -(k-3)(n-k+2) + (k-2)(n-k+i) F(k-2) - (n-k+4)(n-k-1) F(k-4)$

начальными условиями $F(0)=1$, $F(2)=n/2$, если $k=2i$, и $A'(k)=0$, если $k=2i-1$, $1 \leq i \leq n/2$.

Утверждение 2. Вероятность $P'(k)$ необнаружения ошибок кратности k расширенным двоичным кодом БЧХ, исправляющим две ошибки с параметрами $(n, n-2m-1, 6)$ определяется на основе четырехчленного рекуррентного соотношения $(n-k+3)(n-k+2)(n-k+1)P'(k) = n-2-(n-k+3)[2(k-2)(n-k+2) + (k-4)(n-k+3)]P'(k-2) - (k-3)[2(k-4)(n-k+4) + (k-3)(n-k+2)]P'(k-4) - (k-3)(k-4)(k-5)P'(k-6)$ с начальными условиями $P'(0)=1$, $P'(2)=0$, $P'(4)=6$, если $k=2i$, и $P'(k)=0$, если $k=2i-1$, $1 \leq i \leq n/2$.

Анализ последнего утверждения дает возможность определить точную верхнюю границу вероятности k необнаружения ошибочной последовательности рассматриваемым методом сжатия.

Утверждение 3. Максимальное значение вероятности необнаружения ошибочной последовательности методом сжатия, порождаемым образующим полиномом двучленного кода БЧХ, исправляющего две ошибки с параметрами $(n-1, n-2m-1, 5)$ определяется выражением $P=(n-8)/[(n-3)(n-4)(n-5)]$ и достигается при $k=5, 6, n-6, n-7$.

Генерация си-моделей проектов СБИС

Г.И.Муравьев, Л.П.Матюшков, Л.П.Махнист, В.А.Головко

Универсальным подходом к программной реализации поведенческого моделирования проектов СБИС, описанных на языках проектирования цифровой аппаратуры, может служить их конвертирование в новые описания в терминах языков программирования общего назначения (ЯП ОН) с развитыми изобразительными и вычислительными средствами и мощными оптимизирующими трансляторами. Здесь в качестве языка проектирования СБИС рассматривается VHDL (международный стандарт 1076 от 1987 г.), а в качестве ЯП ОН - язык Турбо Си.

Для реализации указанного подхода необходимо: 1) разработать Си-модель проекта СБИС, функционально-адекватную (по входам, выходам и состояниям) исходному VHDL-описанию; 2) разработать правила и процедуры отображения конструкций VHDL в Си-модель; 3) автоматизировать процесс генерации Си-модели по произвольному VHDL-описанию проекта СБИС.

Си-модель строится из моделей процессов, составляющих проект и генерируемых для каждого проекта, и модели их управления, являющейся настраиваемой константной частью. Состояние Си-модели определяется

состояниями α процессов, временных цепей обрабатываемых сигналов и заблокированных процессов.

Модель процесса содержит секции: <обработка_сигналов> <управление_1.процессом>. Первая секция соответствует модифицированному графу алгоритма VHDL-процесса, включающего операторы функционального преобразования сигналов, операторы управления и операторы типа W синхронизации процесса. Каждому оператору W_i соответствует ждущее состояние процесса M_i ($i=1...n$), а вершине графа - фиктивное состояние M_0 , которое связано дугой с конечным состоянием M_n . При моделировании процесс может изменить или сохранить состояние что определяется параметрами W_i и графом процесса. Вторая секция определяет точку входа в секцию <обработка_сигналов> в зависимости от его состояния.

Генерация Си-модели производится на основе анализа проекта СБИС и включает: перевод произвольного VHDL-описания в процессное путем его препроцессорной обработки; построение Си-моделей; генерацию Си-аналогов последовательных операторов VHDL по заранее установленным правилам. Варианты генерируемого текста могут различаться в зависимости от статического или динамического режимов моделирования.

Для этого в произвольном VHDL-проекте, представляющем композицию параллельных операторов block, process, assertion, procedure_call, function_call, concurrent_signal_assignment, последовательно внешний и вложенные операторы block (или architecture) заменяются множеством составляющих их параллельных операторов с учетом охранных выражений. Каждый из оставшихся операторов заменяется множеством эквивалентных последовательных операторов, образующих процесс и список чувствительности, который трансформируется в Си-модель процесса.

В докладе приведены эквивалентные Си-формулы для всех типов последовательных операторов VHDL, а также правила отображения подпрограмм (функций и процедур), имен, типов данных, операций и выражений. Приведена структура соответствующего программного обеспечения и алгоритмы генерации Си-моделей проекта.

Обработка битовых векторов при моделировании в САПР СБИС

Г.Л.Мурашев, Д.Б.Островский

Эффективность моделирования проектов СБИС на верхних уровнях описания во многом определяется скоростью обработки битовых векторов произвольной длины. Так как языки программирования, поддерживающие моделирование проектов с языка проектирования высокого уровня VHDL, не

обладают средствами их обработки, то необходимо иметь соответствующий инструментарий.

Задача сводится к выбору внутреннего представления векторов, обеспечивающего корректное по синтаксису использование в конструкциях VHDL и быструю обработку. Используются специализированные структуры: упакованный массив базовых элементов языка высокого уровня для хранения переменной и служебная структура, описывающая область (адрес и смещение) и формат ее хранения и обеспечивающая мобильность, самоопределение данных и реализацию пересылок путем изменения описательных структур.

При использовании описываются базовые типы, объявляются переменные, инициализируются служебные структуры и значения векторов, описываются формулы. При обработке в качестве параметров пересылаются только адреса служебных структур.

Подход реализован на ПЭВМ в среде Турбо Си в виде библиотечных функций, используемых автономно для обработки значений нестандартной длины, моделирования микропрограмм, и в САПР СБИС совместно с препроцессором, обеспечивающим генерацию вызовов функций по исходному VHDL-описанию.

Наблюдение переходных процессов в р-п структурах

В.А.Суслов, Д.Б.Лович, А.А.Паук

Переходные процессы являются рабочими для цифровых электронных схем, и могут возникать практически в любой аналоговой схеме, например, при коммутации. Наиболее типичным является переходной процесс в ветви электронной схемы, содержащей последовательно соединенный р-г переход (диод, переход транзистора или другого полупроводникового прибора). Имеющиеся в литературе соотношения, описывающие кинетику электрических процессов в таких схемах, базируются на представлениях физики полупроводников и достаточно строги с математической точки зрения. Однако, они практически не пригодны для инженерных расчетов, поскольку содержат неопределенные параметры.

С целью определения феноменологических закономерностей изменения напряжений и токов на р-п структурах нами проведены систематические экспериментальные исследования диодных схем в режиме переключения. Кинетика переходных процессов наблюдалась как на различных типах полупроводниковых диодов (универсальные, импульсные, выпрямительные, стабилитроны) так и на биполярных транзисторах в диодных включениях. По конструкции исследованные приборы варьировались от точечных и главных

(устаревшая технология) до современных эпитаксиально-планарных; изучались приборы малой и средней мощности, изготовленные корпусами различных типов.

Экспериментальная установка позволяла наблюдать форму импульсов напряжения и тока на р-п-переходе. Предусматривалась возможность одновременной подачи на исследуемый р-п-переход постоянного тока смещения от регулируемого источника и биполярных прямоугольных импульсов. Кинетика переходных процессов изучалась как в режиме малого, так и в режиме большого сигналов. Диапазон регулирования амплитуды входного импульса от 0,3 до 60 В; минимальная длительность импульса 0,3 мкс; максимальная частота следования импульсов 100 кГц; максимальное значение тока смещения 45 мА.

По переднему фронту опирающего импульса наблюдается одновременный выброс напряжения и тока длительностью около 1 мкс. Длительность выброса слабо зависит от типа диода и практически не связана с длительностью воздействующего прямоугольного импульса и с величиной тока смещения. Величина выброса пропорциональна амплитуде входного прямоугольного импульса и в пределе при проведении эксперимента в 2-4 раза превышала значение установившегося прямого напряжения на р-п-переходе.

По заднему фронту опирающего импульса наблюдается задержка переключения, которая уменьшается с увеличением длительности входного импульса и его амплитуды. Форма кинетики в данном случае соответствует ярко выраженному двухстадийному процессу. На этой же стадии наблюдается четко выраженный выброс обратного тока, в том числе и при однополярном входном напряжении. Величина обратного тока в пике достигала десятков микроампер и изменялась синхронно с задержкой переключения. Амплитуда выброса имела наибольшее значение при нулевом токе смещения и при малой амплитуде входного прямоугольного импульса.

Полученные в эксперименте формы переходных характеристик для практических расчетов могут быть аппроксимированы относительно несложными соотношениями, которые обсуждаются в докладе. Сформулированные феноменологические закономерности протекания переходных процессов позволяют упростить конструкторские расчеты и не требуют применения сложных физических моделей.

Экономические аспекты очистки сточных вод

С. Сончик, В. Уласевич

В настоящее время на первый план выдвигается постулат экологического развития, так как его реализация обеспечивает безопасность и здоровье будущим поколениям. В условиях Республики Беларусь реализация идей экологического развития затруднительна в связи с тяжелейшим экономическим кризисом. В этих условиях может оказаться бесценным опыт других стран, которые в свое время прошли сложный путь экономического и экологического становления: Германия, Бельгия, Голландия и др.

И здесь должны сказать свое веское слово ученые. Важно, чтобы предлагаемые ими технические решения не вызвали дальнейшей деградации природы, а напротив - тормозили этот процесс и содействовали ее восстановлению. К таким техническим решениям с полной уверенностью можно отнести:

- строительство экологических домов и микрорайонов;
- разработка промышленных технологий с почной утилизацией сточных вод и промышленных осадков;
- введение биодинамического земледелия, позволяющего получить экологически чистые продукты.

Все вышеназванные проблемы во многом связаны с необходимостью очистки сточных вод. Поэтому особое внимание необходимо обратить на методы защиты водных ресурсов, как кровеносной системы жизнедеятельности.

В настоящее время наиболее распространены методы очистки сточных вод, основанные на использовании очистных станций и сооружений, базирующихся главным образом, на методе активного ила. При этом используются биотехнологические процессы, протекающие с помощью групп организмов и видов или биокультуры. Такая технология очистки обладает высокой производительностью, но требует больших капитальных вложений уже на стадии строительства очистных сооружений. При их эксплуатации потребляется огромное количество электроэнергии, а так же необходим высококвалифицированный обслуживающий персонал. По подсчетам экономистов эксплуатационные расходы составляют более 10% инвестиционных затрат. Велики затраты на строительство канализации большой

протяженности. Каждое резкое изменение количества или состава сточных вод, или нехватка электрической энергии могут нарушить биологический процесс очистки стоков и потребовать длительных восстановительных работ. В это время неочищенные стоки будут загрязнять и отравлять окружающую среду. Особенно опасны для биологических очистных сооружений промышленные стоки, содержащие высокие концентрации тяжелых металлов.

А между тем потребность в очистных сооружениях постоянно растет, так как, кроме промышленных и бытовых стоков городов, добавляются загрязненные сточные воды производственной и бытовой деятельности сельского населения. Особенно опасны для водных систем фосфаты. Хорошо растворяясь в воде, они проникают с очищенными сточными водами в водохранилища, вызывая совместно с нитратами бурное развитие водорослей (так называемое цветение озер). В момент разложения отмерших водорослей идет интенсивное потребление кислорода, растворенного в воде, создавая опасность обитающим в ней живым организмам.

В этой связи представляет интерес экотехнология, основанная на использовании факта, что биохимические процессы в организмах и их воздействие на окружающее подчинены естественному взаимодействию между одушевленными и неодушевленными составляющими экосистемы. Примером такой экосистемы может служить почва. Процесс экологической очистки происходит таким образом, что сточные воды протекают горизонтально через замкнутый "экоректор", заросший почвой. Растения (чаще всего тростник - *Phragmites Communis*) создают систему каналов в почве для обеспечения постоянного притока сточных вод. Корни через свою ткань обеспечивают кислородом. Газ проникает в межкорневое пространство и используется микроорганизмами для аэробного разложения загрязнений. На небольшом расстоянии от корней образуются бескислородные анаэробные ниши, где поселяются анаэробы и микроаэрофилы, также участвующие в разложении загрязнений, а также в процессах редукции нитратов, фосфатов, серы. Нет необходимости в потреблении энергии и дополнении канализационных конструкций. Как показывает опыт строительства и эксплуатации экостанций в Германии, стоки, содержащие плохо растворимые вещества типа: карбарил, фурфурал, ДДТ, ПСБ, ланоллин, пентахлорфенол, так же могут быть очищены.

Проблема утилизации регенерационных стоков сахарорафинадного производства

З.Уласевич, В.Уласевич, Д.Малашкевич, М.Болгрын.

Ежегодное увеличение производства железобетонных конструкций требует постоянного совершенствования технологических процессов с целью снижения энергозатрат и интенсификации твердения бетона. Одним из перспективных направлений повышения качества железобетонных конструкций является применение химических добавок. Несмотря на достигнутые успехи в этой области, актуальна проблема их разработки на основе недорогого сырья, являющегося отходом промышленных предприятий. В этой связи представляет интерес опыт утилизации регенерационных стоков (РС) сахарорафинадного производства [1].

Сахарный сироп содержит органические красящие вещества (ОКВ), образующиеся в результате карамелизации, гидролиза сахара и взаимодействия продуктов их распада с аминокислотами. На указанные процессы оказывают влияние кислород воздуха, ферменты, высокая температура, значение pH-среды и другие факторы. На основании исследований сделан вывод о том, что красящие вещества содержат продукты щелочного распада инвертного сахара и карамелизации, а так же меланоидины. По исследованиям [2] структурные формулы ОКВ состоят из фенольных, гидроксильных, карбонильных и карбоксильных групп. По размеру частиц красящие вещества располагаются в последовательности: карамелан, меланоидины, карамелен, продукты щелочного распада, карамелин. Цветность красящих веществ обусловлена наличием хромофорных групп. Они способны образовывать истинные растворы, в которых находятся главным образом в виде молекул или мицелл. В сильнощелочной среде степень диссоциации максимальна.

Извлечение красящих веществ из сахарного сиропа осуществляется путем пропускания его через емкость с ионообменной смолой. Сорбция органических веществ зависит от величины константы электролитической диссоциации ионных групп. Чем она больше, тем больше эффективность очистки. Исследования указывают, что с целью повышения сорбции органических ионов наиболее эффективно применение сильноосновных анионитов в *Cl* и *OH* форме. На Служком сахарорафинадного завода используют анионит АВ-17-2П. На аналогичных заводах Республики Польша применяют анионит немецкой фирмы WOFATIT.

При пропускании сахарного сиропа через анионит в результате сорбции ионы *Cl* и *OH* замещаются на поверхность-активные анионы

ОКВ, предельно очищая от них сахарный сироп. В процессе адсорбции снижается обменная емкость анионита. Для ее восстановления используют (8, ..., 10)% раствор хлористого натрия с добавкой (0,2, ..., 2)%-го раствора едкого натра. В результате - органические красящие вещества десорбируются, и в смеси с остатками регенерационного раствора и воды, используемой для промывки анионита, образуют регенерационный сток заданной концентрации его составляющих.

По данным, приведенным в [2], структурная формула органической части регенерационных стоков может быть представлена в виде $H(Ap)x$, где H - неактивный катион натрия Na , Ap - поверхностно-активный анион, включающий гидрофильные функциональные группы разной полярности (карбоксильные, гидроксильные, фенольные и др.), перемежающиеся с неполярными гидрофобными углеводородными радикалами. Исходя из вышесказанного, а так же из технологии получения регенерационных стоков, видно, что органическая часть РС является поверхностно активным веществом (ПАВ). Это свойство РС за счет снижения сил поверхностного натяжения [2] способно оказывать на бетонную смесь пластифицирующее действие. В результате адсорбции происходит изменение концентрации раствора. С ростом его концентрации поверхностное натяжение понижается. Отсюда важный вывод: регулируя концентрацию органической части РС можно получить заданный пластифицирующий эффект бетонной смеси с добавкой РС. Исследования проводились с шестикратной повторяемостью для каждого значения исследуемой плотности РС. Обработанные средние значения коэффициента поверхностного натяжения исследуемых концентраций РС получены в пределах $5.69 \cdot 10^{-7}, \dots, 5.53 \cdot 10^{-7}$ при плотности - 1.10, ..., 1.16.

Минеральная часть состоит в основном из хлористого натрия, поскольку ионы натрия из регенерационного раствора практически полностью переходят в регенерационные стоки. Показатель pH среды колеблется в пределах 8.5, ..., 12.8.

Усредненный химический состав РС

Наименование составляющих	Содержание % на сухие вещества
Органические вещества	15.06
Натрий	41.24
Хлор	42.57
Кальций	0.0114
Магний	0.021
Сульфаты	до 0.21

Из таблицы видно, что минеральная часть РС представляет собой известную добавку-электролит $NaCl$, способствующую не только быстрому набору прочности в ранние сроки, но и положительно влияющую на подвижность бетонной смеси.

Регенерационные стоки Слуцкого сахарорафинадного завода, полученные согласно разработанной в [2] технологии утилизации, нашли широкое применение на ж/б-тонных заводах Республики Беларусь как комплексная добавка в тяжелый бетон.

В настоящее время ведутся научные исследования регенерационных стоков завода Krasnystaw Республики Польша, полученных путем применения сильноосновного анкирита WOFATIT, с целью разработки на их основе комплексного модификатора бетона RS-P. Их утилизация позволит улучшить так же состояние полей фильтрации площадью более 50 га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крылов Б.А., Уласевич З.Н. Использование добавки РС для улучшения пластических свойств бетонной смеси и сокращения энергозатрат //Ресурсосберегающие технологии производства бетона и железобетона: -М.: НИИЖБ, 1988. -с.120-125.
2. Сапронов А.Р., Кролчева Р.А. Красящие вещества и их влияние на качество сахара. -М.: Пищ. пром-сть, 1975. -347 с.

Самонапряжение железобетонных конструкций при больших процентах армирования сечения

В.В.Тур, В.В.Малыха

1. Под самонапряжением железобетонных конструкций принято понимать процесс возникновения сжимающих напряжений в структуре напрягающего бетона при его расширении а условиях ограничения деформаций механическим препятствием. В классическом понимании в качестве такого препятствия рассматривают расположенную в железобетонной конструкции арматуру. Экспериментальным путем установлено, что величина самонапряжения зависит от энергоактивности напрягающего цемента, насыщением цемента армированием (процента армирования), положения армирования в сечении и его направления и может быть определена по эмпирической зависимости:

$$\sigma_{brn} = R_{sn} K_c K_1 K_p \quad (1)$$

где: R_{sn} - энергетическая марка напрягающего бетона (МПа);

K_e , K_s , K_d - коэффициенты, соответственно учитывающие положение арматуры (ее направление и количество в сечении);

Коэффициент K_d определяется в зависимости от процента армирования:

$$K_d = \sqrt{\frac{157 \cdot \mu_p}{0.0057 + \mu_p}} \quad (2)$$

2. Расчетно-теоретический анализ (2) показал, что представленная зависимость справедлива лишь в ограниченном интервале процентов армирования - 0.22 - 3.4%. На основании данных литературных источников и собственных исследований была предложена уточненная зависимость, справедливая при больших процентах армирования:

$$K_d = K_{d0} + \sqrt{\frac{157 \cdot \mu_p}{0.0057 + \mu_p}} \quad (3)$$

где:
$$K_{d0} = \frac{\mu(\%)^2}{22.27 - 0.16\mu(\%)} \quad (4)$$

Зависимость (3) позволяет определять самоупрочнение по (1) при больших процентах армирования $\mu > 3\%$, хорошо согласуется с экспериментальными данными, является исключительно важной при оценке самоупрочнения в сборно-монолитных конструкциях.

Самонапряженные пространственно-деформированные сборно-монолитные перекрытия

В.А.Козик

1. В 70-90 годах широкое распространение получили сборно-монолитные перекрытия различных конструктивных решений, сочетающие в себе преимущества сборных и монолитных конструкций. Такие перекрытия имеют выгодную расчетную схему, индустриальны при возведении. В сборно-монолитных перекрытиях монолитную часть выполняют, как правило, без предварительного напряжения, что снижает их эксплуатационные характеристики. Создание предварительного напряжения монолитного бетона в построечных условиях связано с техническими трудностями по механическому натяжению арматуры. Для этого необходимы специальные анкерные приспособления, натяжные устройства, каналобразователи, а также достаточно высокая техническая подготовка персонала.

2. Для получения предварительного напряжения в сборно-монолитных конструкциях может быть эффективно использован в качестве монолитной части напрягающий бетон, который не только не претерпевает усадку при твердении, но и увеличивается в объеме. Ограничение деформаций твердофазового расширения внутренней либо внешней связью приводит к тому, что в напрягающем бетоне возникают сжимающие напряжения (самонапряжение), величина которых в зависимости от энергоактивности цемента, степени ограничения, технологических условий может изменяться в широком диапазоне 0,5-10 МПа.

3. В лаборатории самонапряженных конструкций БрПИ выполняются исследования сборно-монолитных перекрытий с треугольными в плане сборными ребристыми плитами. Результаты исследований показали, что напряженно-деформированное состояние от расширения напрягаемого бетона благоприятно влияет на работу таких конструкций под нагрузкой. Несущая способность перекрытий оказалась в 2,5 раза, а трещиностойкость нормальных сечений на 34-40% выше чем типовых, что в ряде случаев позволило уменьшить высоту сборных элементов и выполнить их без предварительного напряжения а жесткость увеличить.

В докладе будут представлены результаты проведенных исследований.

Самонапряженные пространственно-деформированные сборно-монолитные часто ребристые покрытия

Басов В.С.

1. В качестве покрытия промышленных зданий и сооружений с большими пролетами в обеих направлениях в плане наиболее целесообразно применять пространственные конструкции положительной гауссовой кривизны, которые являются более экономичными по сравнению с покрытиями из плоских элементов (кровельных плит, ферм, балок, арок, подстропильных конструкций). Кроме того, пространственные конструкции обладают особой архитектурной выразительностью.

За рубежом тонкостенные пространственные покрытия возводят главным образом в виде монолитных конструкций с применением на строительной площадке лесов и опалубки. В нашей республике ПП выполняются преимущественно сборными.

Особое место занимают сборно-монолитные ПП, которые сочетают в себе преимущества сборных и монолитных конструктивных решений.

Однако перечисленные выше конструктивные решения имеют ограниченное применение, связанное с большими трудностями в возведении, требующих сложной дорогостоящей бортоосастки и больших трудозатрат в выполнении строительно-монтажных работ.

2. В настоящее время в ЛСК Г-ПИ выполняются исследования сборно-моноклитных перекрытий и покрытий с применением в качестве моноклитного слоя напрягающего бетона.

Отличительной особенностью конструкций такого типа является то, что сборные треугольные плиты, смонтированные в горизонтальной плоскости на временных опорах, после омоноличивания напрягающим бетоном (вследствие его расширения) получают выгиб и превращаются в пространственное покрытие, имеющее опирание по контуру. Одновременно с приобретением криволинейного очертания, покрытие получает предварительное напряжение без каких-либо дополнительных операций, что создает положительный эффект в работе конструкции. Кроме того значительно упрощается бортоосастка для монтажа сборных и изготовления моноклитных элементов, что ведет к сокращению трудозатрат на выполнение строительно-монтажных работ.

В докладе будут представлены результаты проведенных исследований.

Водно-дисперсионное защитно-декоративное покрытие для наружных и внутренних работ по неметаллическим поверхностям.

Ф.Н.Волкова, Э.А.Алеувская

Защитные покрытия на водной основе занимают по объему выпуска одно из ведущих мест в ассортименте лакокрасочной продукции, отвечающей современным экологическим требованиям. Их преимущества: отсутствие или незначительное содержание летучих органических растворителей, пониженная токсичность и пожароопасность, благоприятные условия труда.

Предложенное защитно-декоративное покрытие предназначено для нанесения на бетонные, асбестоцементные, керамические, деревянные поверхности, а также на старые покрытия, утратившие свои защитные функции.

Разработаны различные составы окрашивающих композиций:

а) для внутренних работ;

б) для наружных работ;

в) для антикоррозионной защиты в средах средней степени агрессивности.

Отличается возможностью наноситься как на сухие, так и на влажные поверхности. Обладает повышенной водо- и химической стойкостью,

стойкостью к атмосферным воздействиям. Композиции пожаро- и взрывобезопасны, т.к. не содержат органических растворителей. Имеется заключение санитарно-гигиенической станции о нетоксичности всех типов композиций для покрытий.

В качестве пленкообразующего при изготовлении композиций для защитно-декоративных покрытий используют синтетические латексы марок: СКС-65ГП, СКС-30, ДММА-55ГП, МБМ-5с, БС-55 (А или Б), БСК-70/2. Все латексы взаимозаменяемы. Кроме того, в состав входят пигмент, наполнитель, антистаритель, эмульгатор. Возможно получение любой цветной гаммы.

Основные характеристики

Вязкость по ВЗ-4, сек	25-30
Степень перетира по методу "Клина", :км	не более 70
Количество слоев	1-2
Время высыхания одного слоя при 18-20 °С, мин	25-30
Жизнеспособность, мес.	не менее 3
Расход на 1 м.кв., г	не более 200
Минимальная температура пленкообразования, °С	+5
Морозостойкость покрытия, циклов	45-50
Условная долговечность (атмосферостойкость), условных лет	5-7
рН композиции	6-10
Цвет	возможно получение любой цветовой гаммы
Внешний вид	ровная матовая или блестящая поверхность
Условная светостойкость при 24-часовом облучении, %, не более	белая 1-2 5, цветная 3-4 10
Адгезия, баллы	1-2
Смываемость, г/м. кв.	разработка ГОСТ 0,07 - 0,7 не более 1,5

Устойчивость к воздействию:

а) воды	устойчиво
б) 3%-ного раствора серной кислоты	устойчиво
в) к парам серной кислоты	устойчиво
г) к бензину	устойчиво
д) к парам бензина	устойчиво
е) к автотракторному маслу	устойчиво

Композиция для защитно-декоративного покрытия может быть изготовлена в колерных цехах или передвижных малярных станциях с применением простейшего оборудования (краскопульт, смеситель, вбросито). Может наноситься как вручную (валиком, кистью), так и механизировано.

Изоляционный материал

В.М.Добрюнова

Битумные покрытия вследствие их герметизирующего действия и устойчивости против агрессивных сред имеют большое значение для защиты строительных сооружений. Для снижения вязкости и температуры переработки, для использования при холодной укладке вводят различные разжижители. В битум часто вводят добавки, например, высокомолекулярные соединения, для придания материалу пластично-эластичных свойств, снижения температурной чувствительности, повышения устойчивости против ударных нагрузок при низких температурах, улучшения адгезии к минеральным заполнителям и др.

Предлагаемые защитные материалы на основе модифицированных кремнийорганических фурановых полимеров связаны с синтезом самого органического вяжущего, т.е. с определенными дополнительными затратами. Поэтому в настоящее время химическая модификация битумов различными классами высокомолекулярных соединений с использованием катализаторов отверждения наиболее актуальна.

Технология получения вяжущего на основе модифицированного битума предусматривает использование его без дополнительной термообработки с получением материала, обладающего улучшенными технологическими свойствами и отверждением на воздухе.

Полученные методом химической модификации композиционные материалы на основе битума и высокомолекулярных соединений предполагается использовать для антикоррозионной защиты арматуры, а также как изоляционный материал для строительных конструкций.

Защита покрытий от микробиологической коррозии

А.А.Зайцев

В результате обследования конструкций различных предприятий установлено, что они подвергаются не только химической, но и микробиологической коррозии, поражая как бетон, так и защитные химически устойчивые покрытия на нем. Через 6-8 месяцев светлые покрытия темнеют вследствие образования плесени, а затем теряют свои защитные свойства.

Выполненные нами исследования показали, что защитные покрытия на основе латексов также в значительной степени подвергаются этому виду

коррозии. Для предотвращения этого явления изучены различные биоцидные препараты к покрытиям, а также предварительная обработка бетона антисептиками. Испытания проводили в промышленных и лабораторных условиях. Выбор участков в промышленных условиях для развития плесени (относительная влажность 80-90%, температура 25-35 °С), в том числе на конструкциях, на которых уже наблюдается плесень.

Найдено, что подбор биоцидных веществ в вододисперсионные краски необходимо осуществлять не только с учетом их биоцидного воздействия, но и с учетом влияния на коллоиднохимические показатели композиций. Например, ряд соединений меди и бора уже в небольших количествах приводят к коагуляции дисперсных систем, причем это действие проявляется избирательно в зависимости от вида латекса. Повышая коагуляционную устойчивость латексов путем их смешения или введения специальных веществ можно избежать этого явления.

В результате лабораторных исследований установлено, что наименее грибоустойчивы покрытия на основе поливинилацетатной дисперсии (ПВА) и более устойчивы на основе латексов СКС-65 и БС-65. Пленки на основе смеси поливинилацетатной дисперсии и указанных латексов занимают промежуточное положение. Пигменты и наполнители (диоксид титана, оксид цинка, каолин) несколько снижают грибоустойчивость покрытий. Такая же закономерность в зависимости от типа пленкообразующего наблюдается при введении биоцидных добавок. Фторид натрия, медный купрос, хлорид цинка, кремнефтористый натрий (при концентрации 0.5%) не защищают покрытия на основе смесей пленкообразующих от воздействия плесневых грибов, а пленки на основе одной ПВА не устойчивы даже при добавлении таких сильных биоцидов как пентахлорфенолят натрия (ПХФН) и 8-оксилинолят меди. Вместе с тем покрытия на основе смеси латексов и ПВА с пигментной частью, представленной оксидом титана, эффективно защищают от воздействия плесневых грибов тот же ПХФН, а также тиурам Д.

Наиболее полные и объективные данные получены в промышленных условиях путем нанесения покрытий с различными биоцидными добавками на участки конструкции. Продолжительность испытаний составляла до 1.5 лет. На основании полученных результатов следует констатировать, что предотвратить (или существенно подавить) микробиологическую коррозию возможно предварительной обработкой поверхностей конструкции, введением в состав композиций до 1-3% фунгицидных добавок, а также использованием обоих способов.

Таким образом, при проектировании вододисперсионных защитных покрытий следует учитывать как влажностно-температурные параметры в сооружениях, так и состав композиций (тип связующих, наполнителей,

пигментов и др.) и количество. В условиях эксплуатации конструкций с высокой относительной влажностью (70%) и температурой 20 °С необходимо введение биоцидных веществ.

Тепловая обработка бетонных изделий в среде водного аэрозоля

Г.В.Сырица

В настоящее время в технологии бетонных и ж/б изделий для ускорения твердения применяют пропаривание при температуре до 100 °С в среде влажного насыщенного пара. Наряду с большим расходом технологического пара, традиционный способ не позволяет получать высококачественные бетоны, ввиду того, что конденсирующийся при соприкосновении с твердеющим бетоном пар образует пленку горячей воды. Такие условия усложняют тепломассообменные процессы при твердении, приводящие к образованию трещин и размыванию поверхности.

Предлагаемый принципиально новый способ ускорения твердения бетона предусматривает тепловлажностную обработку в среде водного аэрозоля, получаемого механическим распылением воды, минуя процесс ее кипения. Процессы нагрева и увлажнения при данном способе разделены и регулируются независимо друг от друга, что дает возможность снизить температуру окружающей среды до 40-50 °С. В этом случае изделие и окружающая среда нагреваются либо продуктами сгорания, либо "глухим паром" или другими разнообразными средствами, позволяющими полностью отказаться от технологического пара, значительно снизив при этом расход энергоносителя. Увлажнение среды осуществляется за счет испарения воды с поверхности капелек тумана. Аэрозольная среда обеспечивает твердение бетона в среде насыщенного пара. При этом влагообмен между бетоном и окружающей средой осуществляется на молекулярном уровне. Это приводит к появлению в бетоне капиллярных сил, создающих всестороннее обжимающее действие, оказывающее влияние как уплотняющий пригруз, а следовательно, не происходит развития направленной пористости, которая резко ограничивает эксплуатационные качества бетона.

Твердение цемента в присутствии экстрактивных веществ древесины

В.Н.Плосконосов

Древесно-цементные материалы не нашли широкого применения в строительстве ввиду, в частности, химической агрессивности к цементу водорастворимых экстрактивных веществ (ВЭВ) древесины.

Известные методы нейтрализации вредного влияния ВЭВ, например, вымачивание древесного заполнителя, минерализацией хлористым кальцием и т.п., повышая скорость нарастания прочности в начальный период (на 10...15%), все же не позволяют получать достаточно прочный материал. Установлено, что ВЭВ древесины, адсорбируясь на поверхности частиц цемента, вызывают их пептизацию. Сахара же, связывают известь в жидкой фазе, вследствие чего образуются гидросиликаты с соотношением $\text{CaO}:\text{SiO}_2 < 1$. Этот процесс способствует также интенсивному выделению в раствор глинозема.

Установлено, что отрицательное влияние ВЭВ древесины можно устранить путем воздействия на систему цемент-древесина в первоначальный период углекислым газом. В присутствии CO_2 образуются сахараты кальция и в растворе возрастает количество ионов Ca , уменьшается растворимость глинозема, образуются высокоосновные силикаты кальция.

Существенно ослабить влияние ВЭВ на цемент можно предварительным нагревом цементного теста. В этом случае структурообразование алюминатной составляющей завершается до смешивания цементного теста с заполнителем.

Установлено, что прочность древесно-цементного материала при обработке приведенными способами в ранние сроки увеличивается в 3...5 раз, а в возрасте 28 суток - на 25...30%.

Легкоправкие стекловидные покрытия

В.Л.Журов, А.А.Зайцев

В связи с необходимостью расширения номенклатуры глазурированных изделий широкого назначения исследовано стеклообразование, кристаллизационная способность, температура размягчения, водостойчивость ряда 3-8 компонентных стеклообразных систем. Стекла синтезировали в щелочесинк-боратных системах с переменным содержанием одновалентных и двухвалентных щелочных и щелочземельных оксидов, а также в щелочесфополиборатных системах.

Установлено, что зависимость свойств стекол от состава в многокомпонентных стеклах описывается неполным полиномом третьего порядка, оценивающим линейные эффекты, эффекты парного и тройного взаимодействия. Определена целесообразность наличия того или иного компонента и его оптимальное содержание в той или иной стеклообразной системе.

В результате получены основы стекловидных покрытий разнообразного состава с низкими температурами обжига и достаточной водостойкостью, в том числе и с низкими коэффициентами термического расширения (КТР). Температура оплавления покрытий составляет 500-700 °С, КТР-60 - 100 10 град. Разработанные стекловидные покрытия для глазурования крупноразмерных эффективных материалов, например асбестоцемента, различных фосфатных материалов и др. Изготовлена опытная партия глазурованных асбестоцементных листов размером 400х100 мм, которая использована для устройства экранов балконов. Покрытия атмосферостойки, а морозостойкость составляет не менее 40 циклов. Разработан технологический регламент глазурования синтезированными покрытиями фосфатных материалов со средней плотностью 700-1300 кг/м.куб. и температурой оплавления покрытий 650-750 °С.

Глазуруемые фосфатные материалы

Л.А.Зайцев

Для внутренней и наружной отделки зданий и сооружений применяют различные материалы, среди которых особое значение имеют материалы со стекловидными покрытиями типа глазурей (эмалей). Однако преимущества традиционных изделий со стекловидными покрытиями не могут быть полностью реализованы ввиду ряда недостатков. Они имеют небольшие размеры, большую среднюю плотность, энергозатраты при их производстве высокие.

Нами проведены комплексные исследования эффективных материалов для глазурования, а также по синтезу нового типа легкоплавких покрытий. Несомненный интерес представляют композиции на фосфатных связующих. Они находят все более широкое применение в качестве теплоизоляционных, конструкционно-теплоизоляционных материалов. Исследовали композиции, в которых в качестве связующих использовали ортофосфатную кислоту, алюмохромфосфатное связующее (АХФС), растворимое калиевое стекло, а в качестве наполнителей встучанный перлит, золу, портландцемент. Образцы изготовлены в ЦНИИСК им. Кучеренко (г. Москва).

Дериватографическим анализом установлено, что кривые для материалов на фосфатных связующих (ортофосфорная кислота и АХФС) по характеру близки, отличались лишь интенсивностью эндотермических процессов и общей потерей массы (10-15%). Эндотермические эффекты для этих композиций проявляются при температуре 70-120°C и 120-200°C, что связано с удалением свободной влаги. При этом в указанном температурном интервале происходит наибольшая потеря массы (85-90% от общих потерь). В результате нагрева выше 200°C (до 960°C) уменьшение массы (10-15% от общих потерь) происходит плавно без резких температурных эффектов, что, надо сказать, благоприятствует получению на таких материалах качественных покрытий.

Иной характер дериватографических кривых у перитогеля (связующее растворимое стекло с давлением ортофосфорной кислоты): плавный эндотермический процесс - при температуре 870°C, что, повидимому, связано с выделением кристаллической фазы. Для цементоперлита (материала с небольшой дозировкой ортофосфорной кислоты) характерен широкий эндозффект при температуре 70-200°C (с потерей массы 25% от общих потерь) и два следующих растянутых эндозффекта при температуре 570 и 740°C соответственно).

Установлено, что температура нагрева, скорость подъема температуры и скорость охлаждения оказывают то или иное влияние на прочность исследуемых низкотемпературнопроводных материалов. Прочность на изгиб у всех исследуемых композиций, за исключением золоперлитофосфата, в результате нагрева до 700°C уменьшалась на 10-50%. Наименьшая потеря прочности (10%) характерна для перлитофосфата (связующее АХФС). Остаточная прочность при этом составила не менее 2 МПа, средняя плотность перлитофосфата - 700-1300 г/м.куб.

В результате проведенных исследований определены оптимальные составы композиций на алюмохромфосфатной связке со средней плотностью 700-1300 кг/м.куб., изучены процессы формирования на них специальных стекловидных покрытий с температурой обжига не превышающей 800°C, разработана технологический регламент глазурирования.

Повышение прочности и водостойкости магниезальных изделий

Н.С.Ступень

Изделия из магниезального цемента имеют ограниченное применение в связи с его недостаточной водостойкостью, которая обуславливается составом продуктов твердения. Гидроксид магния в присутствии затворителя

$MgCl_2$ значительно повышает свою растворимость, а оксихлориды магния, обеспечивающие прочность цементного камня, под действием влаги подвергаются гидролизу. Повышение водостойкости магниевых изделий позволит использовать их и в помещениях с повышенной влажностью. Не менее важным является увеличение активности магниевых вяжущих. Достижение этих целей возможно, во-первых, модифицированием магниевых цементов добавками, способствующими образованию водостойких продуктов твердения, а во-вторых, использованием смесей с малым содержанием затворителя, что предопределяет применение жесткого прессования для их уплотнения.

Исследовано влияние микрокремнезема и горелых шахтных пород на прочность и водостойкость изделий на основе каолинового магнезита, формируемых прессованием высокими давлениями.

Установлено, что затвердевший модифицированный гидравлическими добавками магниевый цемент обладает повышенной прочностью и водостойкостью при содержании микрокремнезема около 10 %, а горелой породы - 20 %. Прочность композиционного вяжущего после 28 суток воздушного твердения составляет в первом случае 66 Мпа, а во втором - 48 Мпа, коэффициент размягчения 0.84 и 0.90 соответственно. Повышение прочности и водостойкости при твердении выше названных кремнеземсодержащей и глиноземсодержащей добавок обусловлено образованием труднорастворимых соединений - гидросиликатов магния типа сепиолита и серпентина, алюмосиликатов типа полигорскита, хлорсиликатных и хлоралюминатных соединений магния типа церклерита и кеннита.

Прессование как способ уплотнения позволяет сократить более чем в 2 раза содержание хлорида магния в вяжущих, что обеспечивает уменьшение растворимости образующихся оксихлоридов и гидроксида магния и за счет этого повышение водостойкости затвердевшего камня, а также исключение высолообразования.

Разработанные составы композиционных магниевых вяжущих рекомендуются для производства прессованных строительных изделий, эксплуатируемых в помещениях с влажностью более 60 %.

Использование природного и техногенного сырья в производстве напрягающих цементов

Г.Кардумян, М.Круль

Увеличение объемов производства напрягающих цементов (НЦ) ограничено дефицитностью и высокой стоимостью его алюминийсодер-

жащего компонента (бокситы, глиноземистый цемент, шлак, синтезированные алюмосиликаты). В связи с этим, значительный интерес представляет изыскание и расширение сырьевой базы в части алюминатного сырья для производства НЦ.

Известны положительные результаты по производству напрягающих цементов из отходов производства: доменного гранулированного шлака, шамотной пыли из электрофильтров вращающихся печей. Разработана также технология получения напрягающего цемента на белитовом сульфатированном клинкере, полученном из материалов, традиционных для цементных заводов. Алуныт и алунизированные породы, месторождения которых достаточно широко распространены в природе, также используются как сырье для получения расширяющегося и напрягающего цементов. Как расширяющий агент используют также гидросульфоферрит кальция на основе менее дефицитного, чем алюмосодержащее, железосодержащего сырья, получаемого с меньшими энергетическими затратами.

Такие глиноземсодержащие природные материалы как каолин, высокоалюминатные глины могут быть использованы в качестве алюминатного компонента для производства НЦ. В Высшей школе архитектуры и строительства г. Веймара были выполнены исследования по изучению возможности получения расширяющихся цементов на основе чистого каолина и природных каолиновых глин, которые подтвердили возможность изготовления расширяющихся цементов с широким диапазоном свойств.

Учитывая, что в экономике Польши видное место занимает угледобывающая отрасль, предметом наших исследований явились отходы при добыче бурого угля — глинистые сланцы. Содержание Al_2O_3 в составе породы составляет 16-25%, что подтвердило возможность ее использования в качестве алюминийсодержащего компонента напрягающего цемента.

Были отобраны пробы сырья, выполнены химический и минералогический анализы, определены технологические режимы термообработки глинистых сланцев, подобраны портландцементная и сульфатная составляющие цемента. Породу подвергали термообработке в лабораторной муфельной печи.

С целью выявления общих закономерностей влияния фазового состава алюмосодержащего сырья на свойства расширяющихся цементов, исследовали 2 состава с использованием необожженного и обожженного глинистого сланца. Смешивали компоненты непосредственно перед приготовлением цементного раствора. Технология изготовления и испытания опытных образцов соответствовала стандартам.

Поисковые эксперименты показали, что указанное сырье после термообработки может быть использовано для получения расширяющегося и

напрягающего элементов с энергией расширения, соответствующей стандартным маркам НЦ-10-НЦ-20 (табл. 1).

Таблица 1.

Физико-механические показатели цементов

Составы	Удельная поверхность, см ² /г	Сроки схватывания		Линейное расширение, %	Самонапряжение Sp, МПа	Предел прочности в возрасте 28 суток, МПа	
		нач.	кон.			при изгибе	при сжатии
1	4200	1 час 20 мин	2 часа 15 мин	0.4	1.25	4.0	32
2	4300	1 час 15 мин	2 часа	1.7	2.6	3.2	28

Ввиду значительного коэффициента вариации по химическому составу сырья (в пределах 35%) (табл. 2) необходимо продолжить испытания новых составов для статистической оценки свойств и получения оптимальных составов цемента по расширению, самонапряжению и прочности.

Таблица 2.

Химический состав глинистого сырья

N/N пробы	п.п.п.	Содержание оксидов, %					
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	Mn ₂ O	SO ₃
1	3*16	37.30	3.64	15.02	9.79	0.33	0.53
2	20.92	42.37	2.37	19.06	5.24	0.49	0.63
3	15.90	48.86	2.15*	24.78	2.47	1.68	1.27
4	12.89	50.55	3.76	22.15	0.25	0.18	0.46

ОГЛАВЛЕНИЕ

М.В.Голуб, В.С.Гучинский. Исследование механизма износа контактных поверхностей колец опор скольжения	3
В.П.Горбунов. Оценка влияния процессов средней скорости на точность координатных перемещений рабочих органов станка с ЧПУ.....	4
Г.С.Шулев, А.И.Коршунов, В.Ф.Соболев, Е.Н.Демиденко. Технологический способ повышения прочности и износостойкости деталей машин.....	6
Г.С.Шулев, В.Ф.Аникин, Е.Н.Демиденко, В.А.Люцко. Повышение эффективности магнитно-электрической обработки.....	7
М.В.Голуб, А.Н.Неделькин, Ф.М.Санюкевич, Ю.А.Хоронжевский, И.А.Мирошниченко. Треугольные зубчатые направляющие контактных уплотнений.....	8
А.Н.Неделькин, В.И.Драга. Расчет увода сверла при обработке отверстий на стыке двух деталей комплекта плосkozубчатых роликовых пар.....	10
В.М.Благодарный. Оптимальное количество зубчатых пар механизма и передаточные числа отдельных ступеней.....	11
М.П.Кульгейко, А.П.Лепший. Роль сил механического происхождения при магнитно-абразивной обработке.....	12
А.П.Акулич, А.П.Лепший, М.П.Кульгейко. Обрабатываемость ферромагнитными абразивами различных материалов.....	14
Н.А.Дубровский, Л.Н.Галушкова. Стимулирование повышения производительности системы машин.....	15
В.А.Люцко. Магнитно-электрическое упрочнение быстроизнашивающихся деталей машин.....	16
В.А.Ранский, В.И.Фавкин. Бетононасос.....	17
Г.Я.Беляев, М.А.Мишкина, С.Э.Крайко. Образование структур при лазерном термоупрочнении коррозионностойкой стали 20Х13 сканирующим лучем.....	18
И.П.Филонов, А.Ф.Присевок, Л.В.Курч. Энергосберегающий способ управления манипулятором промышленного робота в технологических процессах.....	19
В.Г.Куптель, И.П.Филонов, А.Ф.Присевок. Использование вибрационного резания для дробления стружки.....	21
А.Е.Русах, А.Ф.Присевок, Г.Я.Беляев. Исследование пористости полимерных защитных покрытий.....	22
И.П.Филонов, Ю.Ю.Ярмак, А.В.Галица. Влияние погрешностей изготовления звеньев технологической системы и ее жесткости на выбор режимов обработки.....	24
Г.Я.Беляев, Н.С.Ятковский. Влияние процессов в плазменной струе на структуру и свойства покрытия.....	25

Т.Чай. Аспекты неповторяемости работы впрысковой аппаратуры в двигателе с самовоспламенением от сжатия.....	27
М. Broniewicz, J. Szlendak. Determining stiffness of welded t-joints in rectangular hollow sections.....	30
З.А. Керничи. Влияние биотоплива на мощность дизеля в неустановившихся режимах работы.....	31
А. Свиць, К. Леник. Экономическая целесообразность изготовления деталей в гибком автоматизированном производстве.....	34
Г. Боровский, К. Леник. Исследования сопротивлений трению в зависимости от модели фрикционной пары.....	35
А. Свиць, К. Леник, К. Кушевски. Г-дбор технологических машин для гибкого автоматизированного производства.....	37
М. Малец, К. Леник, В. Ницета, П. Пенкала. Повышение стойкости инструмента за счет нанесения покрытий методом металлизации.....	38
Н.С. Хомич, А.П. Акулич, С.В. Михолап. Ферроабразивные порошки, используемые в процессах магнитно-абразивной обработки.....	41
А.В. Ключков, А.Е. Маркевич. Оценка распылителей жидкости штанговых опрыскива гелей.....	42
В.Н. Апанович, Н.С. Хомич, А.П. Акулич, С.В. Михолап. Методика расчета силового воздействия магнитно-абразивной среды на поверхность трубчатых изделий.....	43
С.В. Михолап, Я.П. Акулич, П.Н. Логвиненко. Применение смазочно-охлаждающих жидкостей для магнитно-абразивной обработки.....	47
Н.С. Хомич. О нетрадиционной концепции обработки контактирующей поверхности.....	48
Г.А. Галенюк. Исследование влияния ультразвуковых колебаний на работу единичного зерна в процессе распиливания.....	49
М.Г. Киселев, В.Т. Минченя, Г.А. Галенюк. Влияние ультразвуковых колебаний на эффективность процесса распиливания кристалла алмаза.....	50
В.А. Дгидлов, Л.А. Данилова. Прогрессивные схемы формообразования некруглых поверхностей.....	52
А.А. Жолобов, А.А. Каткало. Из опыта работы ММИ по профориентации молодежи.....	53
А.Н. Карташевич, А.В. Гордеенко, В.С. Бранцевич. Повышение эффективности работы линии низкого давления системы питания дизеля в условиях отрицательных температур.....	54
А.Н. Карташевич, Е.И. Мажугин, В.Д. Прудников. Защита топливной аппаратуры автотракторных дизелей от воды методом мембранной микрофльтрации.....	52

А.А.Борганевич, В.А.Белоусов. Некоторые пути снижения дымности двигателей с выхлопными газами тракторных дизелей.....	53
В.И.Панкевич, В.Т.Высоцкий. Совершенствование технологии изготовления газопоршневых кулачков для роликовых передач.....	54
В.И.Панков, В.Г.Каролинский, В.Ф.Кондратюк, А.Е.Крушевский, В.И.Савинов. К вопросу расчета температурных полей в телах сложной геометрической формы при термциклическом режиме нагрева.....	54
С.И.Игудев. Методика расчета силовых параметров дисковых биофильтро-отстойников.....	55
В.И.Славкин, В.А.Ранский. Универсальная форма для изготовления стальных панелей самонапряженных резервуаров.....	56
В.И.Савинов, Л.П.Санжкович. Технологические возможности мультипроцессорных систем.....	57
Р.И.Разуло, В.В.Лукша. Систематизация процессов, развивающихся при минерализации земель.....	58
В.В.Северянин. Новые приложения пульсирующего горения.....	60
П.П.Строгач, А.С.Хайко. Технологическая схема флотационного уплотнения избыточного активного ила, рекомендуемая для внедрения на Брестский городских очистных сооружениях.....	60
Л.С.Житенева. Перспективы удаления нитратов из питьевой воды.....	62
В.А.Верулейшвили. Эксергия импульсных камер.....	63
В.Г.Горбачева. Об отопительных аппаратах малой мощности.....	64
В.А.Красиков. Достоинства слоевого пульсирующего горения.....	65
Л.Ф.Мороз. Основные направления автоматизации осушительно-увлажнительных систем в гумидной зоне.....	65
Л.В.Королева, С.В.Луговая, Е.И.Ногин. Увязка конструктивно-планировочных решений зданий с технологическим режимом для снижения затрат энергии в системах вентиляции.....	66
В.Ф.Дунин. Применение инфракрасных излучателей для отопления больших производственных помещений.....	67
В.И.Яромский, Т.М.Лысенкова, В.И.Костючик, Н.Ю.Сыромятникова. Очистка сточных вод крахмальных предприятий.....	67
В.И.Яромский, Т.М.Лысенкова. Очистка сточных вод маслосыровых заводов на дисковых биофильтрах-отстойниках.....	69
В.И.Яромский, Е.П.Якубовский, Т.М.Лысенкова, В.И.Костючик. Аэробная биологическая очистка осадка сточных вод очистных сооружений г.Бреста.....	71
В.И.Яромский, Е.П.Якубовский, Т.М.Лысенкова. Компактная установка биологической очистки нефтесодержащих сточных вод.....	71

И.Ф.Шаповал, Е.И.Дмухайло, Н.В.Васин, Н.И.Григорьева. Стендовые исследования работы радиально-кольцевого струйного пневмогидроаэратора.....	74
И.Ф.Шаповал, Е.И.Дмухайло, Н.В.Васин, Н.И.Григорьева. Радиально-кольцевой струйный пневмогидроаэратор.....	75
Е.И.Дмухайло, Н.И.Комар. Интенсификация процесса аэрации сточных вод и их осадков эжекционными, струйными газожидкостными течениями.....	76
Н.И.Комар, Е.И.Дмухайло. Лабораторные исследования метода очистки промывных сточных вод от меди (II).....	78
Е.И.Дмухайло, Н.И.Комар. Малые очистные сооружения канализации с использованием погружных и струйных насосов.....	79
Л.Л.Пойта. Оптимизация систем орошения биологических фильтров очистки сточных вод.....	81
Е.А.Клюкач. Проблема загрязнения атмосферного воздуха одорантами.....	82
В.М.Новиков. Эффективность работы струйных аэраторов, образованных грибобидными отбойниками.....	82
А.Г.Бурдин, И.А.Бурдина, М.П.Жигар, С.Ф.Ляцук. Экологические особенности флоры Брестского Прибужья.....	83
А.Г.Бурдин, О.П.Строкач. Фитофильтрационно-сорбционная очистка воды высшими водными растениями.....	84
К.А.Глушко, А.А.Волчек. Методика непрерывного расчета глубины промерзания почв.....	85
Н.Н.Водчиц. Курсовое и дипломное проектирование в условиях многоуровневой системы образования.....	86
В.Е.Валуев, А.А.Волчек, О.П.Мешик, В.Ю.Цилиндь. К вопросу установления природоохранных зон производственных комплексов.....	87
В.Е.Валуев, А.А.Волчек, О.П.Мешик, В.Ю.Цилиндь. Инженерные расчеты воднобалансовых характеристик.....	89
В.Е.Валуев, А.А.Волчек, В.Ю.Цилиндь, О.П.Мешик. Исследование статистических параметров годового стока рек.....	91
В.Е.Валуев, А.А.Волчек, О.П.Мешик, В.Ю.Цилиндь. Составляющие теплоресурсов на территории Полесья.....	92
С.С.Степашук. Освещение, использование и эксплуатация мелиорированных земель в Брестской области.....	94
Й.Монтушевич. Стратегия многокритерийного анализа компьютерных расчетов.....	96
Г.Л.Матюшкова, Л.П.Матюшков. Минимизация длины связей кольцевой локальной вычислительной сети.....	98

И.И. Овсянников. Эффективность технологической выдержки источников света после изготовления.....	100
Г.Н. Овсянников. К вопросу о качестве электровакuumных приборов.....	101
О.И. Прокопеня. Математическое моделирование динамических процессов в автоматизированных электроприводах.....	103
А.Б. Клопоцкий, А.А. Клопецкий. Микропроцессорная система измерения температуры среды.....	104
А.В. Клопоцкий, И.М. Панасюк. Устройство защиты трехфазного двигателя от обрыва фазы.....	106
Б.А. Космелько, Н.В. Кудинов. Согласование счетных устройств в интерферометре с АЦП.....	107
В.А. Головкин, В.И. Хвещук, Н.С. Трофимчук, С.А. Филиппеня. Вопросы проектирования отказоустойчивых линейных систолических процессоров.....	108
В.А. Головкин, В.Б. Гидышук, Г.Х. Циркина. Систолический процессор преобразования Фурье с интеграцией на уровне пластины.....	110
Л.П. Махнист, В.А. Головкин, Г.Л. Муравьев, Л.П. Матюшков. О весовом спектре кода, полученного в результате сдвига кода Хемминга.....	111
Л.П. Махнист, В.А. Головкин, Г.Л. Муравьев, Л.П. Матюшков. О весовых функциях одного класса кодов.....	112
Л.П. Махнист, В.А. Головкин, Г.Л. Муравьев. О достоверности одного метода сжатия тестовых реакций.....	114
Г.Л. Муравьев, Л.П. Матюшков, Л.П. Махнист, В.А. Головкин. Генерация моделей проктов СБИС.....	115
Г.Л. Муравьев, Д.Б. Островский. Обработка битовых векторов при моделировании в САПР СБИС.....	116
В.А. Суслов, Д.Б. Лозич, А.А. Паук. Наблюдение переходных процессов в р-п структурах.....	117
С. Сончик, В. Уласевич. Экономические аспекты очистки сточных вод.....	119
З. Уласевич, В. Уласевич, Д. Маламкевич, М. Болтрык. Проблема утилизации регенерационных стоков сахарорафинадных производств.....	121
В.В. Тур, В.В. Мальха. Самонапряжение железобетонных конструкций при больших процентах армирования сечения.....	123
В.А. Козык. Самонапряженные пространственно-деформированные сборно-монолитные перекрытия.....	124
В.С. Басов. Самонапряженные пространственно-деформированные сборно-монолитные часто ребристые покрытия.....	125
Ф.Н. Волкова, Э.А. Алексеевская. Водно-дисперсионное защитно-декоративное покрытие для наружных и внутренних работ по неметаллическим поверхностям.....	126
В.М. Добрунова. Изоляционный материал.....	128

А.А.Зайцев. Защита покрытий от микробиологической коррозии.....	128
Г.В.Сырица. Тепловая обработка бетонных изделий в среде водного аэрозоля.....	130
В.Н.Плосконогов. Твердение цемента в присутствии экстрактивных веществ древесины.....	131
В.Л.Жоров, А.А.Зайцев. Легкоправкие стекловидные покрытия.....	131
А.А.Зайцев. Глазурованные фосфатные материалы.....	132
Н.С.Ступень. Повышение прочности и водостойкости магниевых изделий.....	133
Г.Кардунян, М.Круль. Использование природного и техногенного сырья в производстве напрягающих цементов.....	134

Тезисы докладов
XXI научно-технической конференции в рамках проблемы
"Наука и мир"

Часть II

Ответственный за выпуск: Шведовский П. В.

Редактор: Строкач Т. В.

Подписано к печати 10.11.94. Печать офсетная.

Бумага лисчая № 1. Формат 60×84. 1/16. Усл. печ. л. 8,2.

УЧ. изд. л. 9. Заказ № 473. Тираж 150 экз. Цена договорная.

Отпечатано на роталитне Брестского политехнического института
224017, г. Брест, ул. Московская, 267