

ФИЗИКА

ТЕОРЕТИЧНАТА ФИЗИКА

Kabatayeva R.S.*, Rubtsova O.A.***, Kukulin V.I.***, Zhushupov M.A.*

*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

**D.V.Skobel'tsyn Scientific Research Institute for Nuclear Physics of
M.V.Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

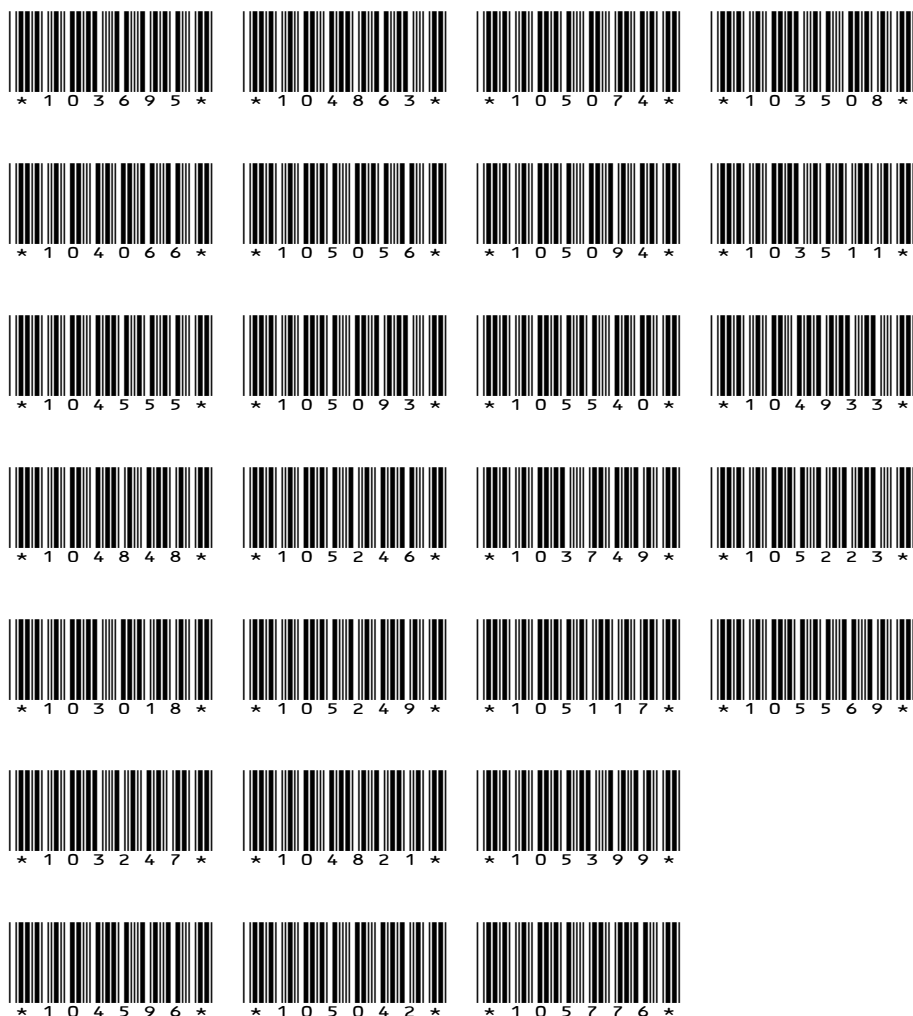
ELASTIC SCATTERING OF α -PARTICLES ON ${}^6\text{Li}$ NUCLEUS IN THE THREE PARTICLE MODEL

Abstract

There is a consideration of α -particles scattering from weakly bound cluster nucleus ${}^6\text{Li}$ in the framework of three cluster $\alpha+(\alpha+d)$ model in the present work. Continuum $\alpha-d$ states are projected on the finite basis of stationary wave packets what allows to lead the total problem of three bodies to a problem of bound channels. There are represented the calculations results of α - ${}^6\text{Li}$ -scattering differential cross sections in the framework of three particle model and comparison with other authors.

The problem about low energy scattering of α -particles on the weakly bound ${}^6\text{Li}$ isotopes has a great fundamental and applied importance. From the fundamental side the scattering in $\alpha+{}^6\text{Li}$ system is interesting, first of all, owing to anomalous low binding energy of ${}^6\text{Li}$ by $\alpha+d$ channel ($\varepsilon_0 = 1.47$ MeV), i.e. proximity to disintegration threshold. This means the relative easiness of ${}^6\text{Li}$ excitation into the states of $\alpha-d$ continuum in the process of interaction with incident α -particle. In turn, such an excitation of $\alpha-d$ continuum leads to the great contribution of intermediate three cluster $\alpha+\alpha+d$ states in the scattering process at small energies. And the three cluster configurations are virtually the excited states of ${}^{10}\text{B}$ nucleus. That is why it is possible to predict the strong transitions (for example, radiation) of $\alpha-{}^6\text{Li}$ continuum states into the ground state of ${}^{10}\text{B}$.

From the other side such a process of a particle and weakly bound nucleus interaction is typical for interaction of non stable (radioactive) nuclei as ${}^9,{}^{11}\text{Li}$, ${}^{10,}{}^{12}\text{Be}$ and etc. with stable targets. That is why we can think that it is better to understand the features of such interactions of the stable particle with non stable (weakly bound) nucleus by investigation of interaction with well investigated cluster nucleus such as ${}^6\text{Li}$ which has an anomalous low binding energy.



on the base of the empirical scattering data. In work [3] the wave functions of the nucleus ${}^6\text{Li}$ in $\alpha-d$ model were found with the help of variation method, then these functions were used for a construction of the folding potential, responding to α -scattering on the nucleus ${}^6\text{Li}$, considered as a whole particle, i.e. without accounting its internal excitations into the $\alpha-d$ continuum.

We considered the role of the states of the intermediate $\alpha-d$ continuum with $l=0$ in the elastic scattering of α -particles on the weakly bound nuclei ${}^6\text{Li}$. For calculations in the framework of the $\alpha+\alpha+d$ model there were used the method of the stationary wave packets and packet reduction of the three particles scattering equations in the three cluster system $\alpha+(\alpha+d)$. We found, that the account of the states of the intermediate continuum noticeably smoothed the sharp oscillations of the scattering differential cross sections, typical for the folding model potential and made the cross sections closer to the empirical cross sections of scattering, obtained on the base of the potential of inverse problem, i.e. one can say that the account of the intermediate continuum substantially approaches the solution of the three particles model problem to the exact solution of scattering problem (extracted directly from the experimental data).

References

1. V.I. Kukulin, V.N. Pomerantsev, O.A. Rubtsova. Theoret.Math.Phys. 150, 473 (2007).
2. R.S. Mackintosh, S.G. Cooper, V.I. Kukulin, Nucl. Phys. A 645. 399(1999).
3. S.B. Dubovichenko, Phys.Atom.Nucl. 73, 1573(2010).

Ботатаев В.У., Какимов М.М., Тохтаров Ж.Х.

Семипалатинский государственный университет имени Шакарима

АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

В современную эпоху, эпоху глобальной конкурентной борьбы выигрывает та страна, которая быстрее добывает, усваивает научные знания и внедряет достижения науки в народное хозяйство, во все области жизни. С учетом этого Казахстан вступил на путь модернизации, ускоренного индустриально – инновационного развития экономики. Для выполнения поставленной задачи в стране должно постоянно увеличиваться число креативно мыслящих людей, способных осваивать выделяемые средства на развитие науки и внедрять полученные инновации в жизнь. Это возможно только при высоком уровне среднего и

высшего образования в стране, одним из условий которого является вхождение Казахстана в мировое образовательное пространство.

Поэтому Казахстан присоединился к Болонскому процессу путем внедрения кредитной технологии обучения студентов в системе высшего образования и намечаемым переходом к 12-летнему обучению в средней школе. Но здесь возникли определенные трудности. При кредитной технологии обучения большая часть учебного материала должна изучаться студентами самостоятельно, к чему они должны быть готовы уже со школьной скамьи. В силу сложившихся исторических условий большинство выпускников средней школы к этому не готовы. Также пока ощущается недостаток учебной литературы, особенно на государственном языке. Поэтому преподаватели в процессе своей учебной деятельности должны использовать определенные методы, формы и приемы обучения, стимулирующие познавательную деятельность студентов и развивающие их самостоятельность.

Одним из компонентов высшего образования является физическое образование. На завершающем этапе своего фундаментального физического образования студенты изучают теоретическую физику. При изучении теоретической физики они широко используют ранее полученные знания из общего курса физики, высшей математики и усваивают основные идеи, принципы, понятия таких фундаментальных физических теорий, как классическая механика, классическая электродинамика, специальная теория относительности, квантовая механика.

Для усвоения таких сложных понятий современной теоретической физики как представление группы, асимметрия, корпускулярно-волновой дуализм, вторичное квантование и т.д., требуется высший этап операционного мышления – развитое формальное мышление, лежащее в основе современного научно-теоретического способа мышления. Усвоение данных понятий, выработанных в результате творческой деятельности операционного мышления многих десятков ученых, также в известной мере является творческим процессом, который невозможен без активной познавательной деятельности студентов. Нахождение диалектической взаимосвязи между различными понятиями, законами и принципами, лежащими в основании физических теорий, также требует активной познавательной деятельности студентов.

В основе активизации познавательной деятельности студентов при изучении теоретической физики лежит рациональное использование разнообразных мотивов как движущих сил познания. Одним из постоянных сильно действующих мотивов человеческой деятельности является интерес. Задача педагога – уже на первом занятии вызвать интерес у студентов к изучаемому предмету, а затем на протяжении всего процесса обучения определенными методами, средствами и формами деятельности поддерживать этот интерес. К ним, по нашему мнению, относятся следующие методы:

1. Анкетирование и тестирование студентов на первом занятии с целью определения их общей эрудиции и специальной подготовки для дальнейшего использования в процессе обучения;

Кошелева И.Ю. Применение методов термографического анализа при уточнении параметров технологии изготовления материалов для ракетнокосмической техники	34
Леднянский А.Ф., Кошелева И.Ю. Получение горячештампованного материала из порошков сплава В95.....	37

МЕХАНИКАТА

Оширов Э.Н., Мерхинова О.Ц., Абидуев П.Л. Замкнутые решения интегрального уравнения регулирования стока.....	39
Легезина Г.И., Гречина Т.П. Исследование физико-механических характеристик фильтровальных тканей	43
Галдина В.Д., Дроздов В.А. Модифицированные пористые наполнители для битумоминеральных композиций	45
Сарсембаева Т.Е., Канаев А.Т. Поверхностное плазменное упрочнение гребней колес тягового подвижного состава	49
Щеглов О.М., Суглобов Р.В., Мавроди А.А. Учёт потерь на блоках крановых полиспастов	56

НА ОПРЕДЕЛЕН КЛОН ПРОЕКТИРАЙТЕ

Савицкий Ю.В., Тихонюк В.И. Проекування технологічних процесів методом синтезу	59
Лапковський С.В., Солдатова М.О., Савлюк С.А. Вимоги до конструкції складальних одиниць в умовах автоматизованого виробництва	66
Бурочкин Ю.П., Андриухина Т.Н. Предельные контрольные калибры	68
Шин И.Г., Джураев А.Д. Аналитическое определение глубины наклепа при дробеударном упрочнении деталей машин	70

ТРАНСПОРТЪТ

Жакин А.М., Жуманбаев Н.Н., Смагулова К.К. К вопросу о состоянии железнодорожного транспорта. Часть 1	74
Жакин А.М., Жуманбаев Н.Н., Смагулова К.К. К вопросу о состоянии железнодорожного транспорта. Часть 2.....	76
Романченко М.К. Влияние уровня колебаний на динамическое состояние конструкций.....	78
Мастепан М.А., Кузьмін В.С., Пащенко Т.В. Моніторинг розвитку техніко-технологічного потенціалу підприємства автосервісу	81
Муравьева Л.В. Прогнозирование надежности трубопроводных конструкций при сейсмических воздействиях	84

СЪДЪРЖАНИЕ

ФИЗИКА

ТЕОРЕТИЧНАТА ФИЗИКА

Kabatayeva R.S., Rubtsova O.A., Kukulin V.I., Zhusupov M.A. Elastic scattering of α -particles on 6Li nucleus in the three particle model.....	3
Ботатаев В.У., Какимов М.М., Тохтаров Ж.Х. Активизация познавательной деятельности студентов при изучении теоретической физики	5
Спольник А.И., Власенко В.Г., Волчок И.В., Калиберда Л.М., Чегорян М.А. Поляризационные эффекты при упругом рассеянии дейтронов средних энергий	8
Разина О.В., Цыба П.Ю. Космологическое ускорение в модели g-эссенции ..	10

ФИЗИКА ОТ ТВЪРДО ВЕЩЕСТВО

Urusova B.I., Mamchueva F.M., Umarova M.H. The physical nature of return magnetisation of mountain ores	15
Urusova B.I., Salpagarova Z.A. Definition of point Curie and sizes of exchange interaction of rocks.....	16
Sidorov N.V., Teplyakova N.A., Obryadina E.Y., Palatnikov M.N. Structural phase transitions and processes of «order-disorder» in ferroelectric solid solution of $\text{Li}_0.12\text{Na}_{0.88}\text{TaNb}_1\text{-yO}_3$	18

ГЕОФИЗИКА

Цхакая К.Г., Капанадзе А.А., Никурдзе Дж.Г., Бенидзе О.М., Меладзе В.Д., Квинтрадзе В.И. Поляризационные исследования метеообъектов в режиме разнесенного приема.....	22
--	----

ТЕХНОЛОГИИ

МЕТАЛУРГИЯТА

Каримова Л.М., Кайралапов Е.Т. Жумашев К., Малашкевичуте Е.И. Об исследовании сушки гранулированного черного медно-молибденового концентрата	24
Федорова М.В., Андреев В.В., Леднянский О.Ф., Бондаренко О.В. Дослідження зварюваності листових зразків зі сплаву 01570.....	28

2. Представление теоретической физики как научной системы с использованием заранее подготовленной схемы, показывающей взаимосвязи различных разделов теоретической физики;

3. Применение диалектического обучения как наиболее общего метода развития творческих способностей студентов;

4. Построение процесса обучения на основе принципов дидактики с учетом психологических основ процесса обучения

5. Гуманизация преподавания теоретической физики, которая, во-первых, предполагает рассмотрение студента как равноправного участника процесса обучения, во-вторых, опирается на показ человеческого фактора в истории развития физики, драму идей и людей. Кредитная технология обучения предоставляет большие возможности для этого;

6. Широкое использование гуманитарного потенциала теоретической физики. Это позволяет формировать у студентов представление о теоретической физике не как о сухом наборе формул, а как об одном из элементов человеческой культуры. Для этого возможно также использование выводов синергетики – нового объединяющего направления в науке;

7. Применение проблемного обучения, оказывающего максимальное влияние на развитие творческого мышления студентов;

8. Технологизация преподавания теоретической физики на основе внедрения модульной системы обучения;

Мы считаем, что применение вышеуказанных методов наряду с использованием в процессе преподавания таких нетрадиционных форм проведения занятий как конференции, диспуты, дискуссии и компьютерных технологий обучения обеспечит оптимальный уровень активности познавательной деятельности студентов. Это позволит им овладеть научно-теоретическим способом мышления и на высоком качественном уровне завершить свое фундаментальное физическое образование.

Литература:

1. Давыдов А.С. Квантовая механика. – М.: Наука, 1973. – 648 с.
2. Нелипа Н.Ф. Физика элементарных частиц. – М.: Высшая школа, 1977. – 608 с.

Спольник А.И., Власенко В.Г., Волчок И.В.,
Калиберда Л.М., Чегорян М.А.

Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. П. Василенко

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ УПРУГОМ РАССЕЯНИИ ДЕЙТРОНОВ СРЕДНИХ ЭНЕРГИЙ

Хотя оптическая модель остается по сей день лучшим, что может быть предложено для описания поляризационных явлений при упругом рассеянии, некоторые области энергий остаются доступными для дифракционного описания. Простота анализа и прозрачность физической картины делают дифракционную модель чрезвычайно привлекательной. Особенно это касается поляризационных эффектов, вычисление которых связано с громоздкими машинными расчетами.

Рассмотрим задачу о рассеянии дейтронов на бесспиновых ядрах при средних энергиях. Амплитуда такого процесса может быть записана в следующем виде:

$$S_{\mu_a \bar{\mu}_a} = \frac{i\sqrt{\pi}}{k} \sum_{\ell \bar{\ell} \bar{m}} \sqrt{2\ell+1} (\mu_e \ell_0 | j \mu_a) (\bar{\mu}_a \bar{\ell} \bar{m} | j \mu_a) \cdot (\delta_{\ell \bar{\ell}} - U_{\ell \bar{\ell}}^j) Y_{\bar{m}}^j(\theta)$$

Ось квантования выбирается вдоль направления падающего пучка, а ось y перпендикулярна плоскости реакции. Как легко видеть, амплитуда удовлетворяет соотношению:

$$S_{\mu_a \bar{\mu}_a} = (-)^{\mu_a - \bar{\mu}_a} S_{-\mu_a - \bar{\mu}_a}.$$

С учетом этого, суммирование по \bar{m} приводит к тому, что амплитуда упругого рассеяния разбивается на пять выражений с различными магнитными квантовыми числами, два из которых (S_{00} , $S_{11} = S_{-1-1}$) не описывают переворота спина и три других (S_{01} , S_{10} , S_{1-1}) описывают процесс с переворотом спина. Сечение процесса при неполяризованных падающих дейтронах и поляризация рассеянных дейтронов могут быть описаны следующим образом:

$$\sigma_0(\theta) = \frac{1}{3} [2|S_{11}|^2 + 2|S_{1-1}|^2 + |S_{00}|^2 + 2|S_{10}|^2 + 2|S_{01}|^2]$$

$$\langle iT^{11} \rangle \sigma_0(\theta) = -\sqrt{\frac{2}{3}} I_m [S_{00}^* S_{01} + S_{10} (S_{1-1}^* - S_{11}^*)]$$

$$\langle T^{22} \rangle \sigma_0(\theta) = \frac{1}{\sqrt{3}} R_c [2S_{11} S_{1-1}^* - |S_{01}|^2]$$

$$\langle T^{20} \rangle \sigma_0(\theta) = \frac{1}{\sqrt{2}} [\sigma_0(\theta) - |S_{00}|^2 - 2|S_{10}|^2]$$

Ω_0 , обусловленный изменением группы параметров и любого конкретного параметра.

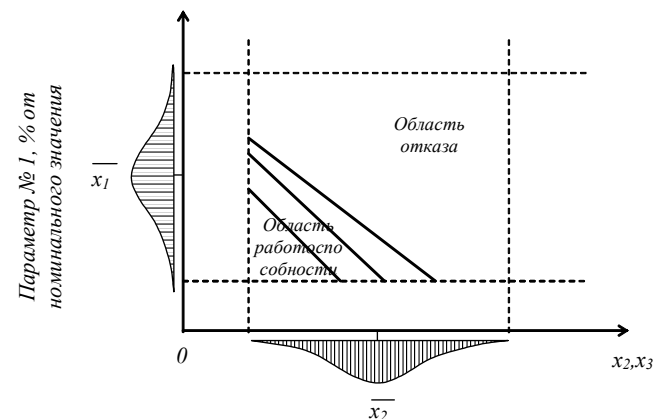


Рис.2 Комбинированный график областей безотказной работы.

Таблицы, подготовленные для таких графиков и содержащие пределы изменения параметров, сравниваются между собой и на основе этого сравнения определяется наиболее жесткий предел для каждого параметра. Если производятся некоторые изменения для ослабления очень жестких пределов в случае взаимозависимых параметров, то требуется пересмотр всех графиков, чтобы убедиться, что эти изменения не затрагивают другие пределы.

Изучение величин нагрузок вдоль линий отказов с учетом выбранных пределов изменения параметров дает возможность эффективно оценить работу исследуемой конструкции.

Литература:

1. Правила классификации и постройки морских подводных трубопроводов. СПб, 2009.
2. Recommended Practice DNV-RP-F105 «Free Spanning Pipeliners». 2002
3. Recommended Practice DNV-RP-F109 «On-bottom stability design of submarine pipelines». 2007
4. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Москва, 2011.
5. Оценка риска морского трубопровода при сейсмических воздействиях/Л.В.Муравьева. Труды RAO/GIS Offshore 2009. СПб. 15-18 сентября 2009.
6. СТО Газпром 2-2.1-249-2008 Магистральные газопроводы.

При воздействии максимального расчетного землетрясения должно выполняться требование [5,6]

$$\sigma_{max} \geq 1.1R_e, \quad (7)$$

Способность конструкции выдерживать или не выдерживать нагрузки, то есть достигать состояния отказа при определенном сочетании параметров нагрузки и заданных нормативных свойствах материала (нормативные предел текучести R_e и временное сопротивление $\sigma_{пр}$ (7),[5])

В общем случае усилия и несущая способность являются случайными функциями времени, но в рассматриваемой постановке \tilde{R} и \tilde{F} считаются случайными функциями изменения технологических параметров работы конструкции с заданными законами распределения.

Основной задачей вероятностного расчета является вычисление характеристики прочности \mathcal{S} . Если принять, что вероятность выполнения неравенства $\mathcal{S} = \tilde{R} - \tilde{F} > 0$ есть вероятность неразрушения конструкции, то вероятность разрушения – отказа (превышения границы области допустимых состояний) определяется выражением

$$P_f = \int_{-\infty}^0 P_s(S) dS \quad (8)$$

где $P_s(S)$ – плотность распределения резерва прочности.

Вероятностный расчет конструкции проводится методом статистических испытаний по реализациям акселерограмм. Расчетная динамическая модель подводного трубопровода – дискретная пространственная модель МКЭ. Функция надежности заданной системы – при назначенном уровне надежности:

$$P_t = P[\sigma_e(\tilde{u}(t), \dot{\tilde{u}}(t), \ddot{\tilde{u}}(t)) \in \Omega_0] = 1 - \frac{1}{2} \int_{\beta}^{\infty} \exp\left(-\frac{\beta^2}{2}\right) d\beta. \quad (9)$$

Отказ в этом случае связан с выбросом значений выходных случайных характеристик системы, описывающих поведение трубопроводной конструкции за пределы допустимой области Ω_0 .

Выходными случайными характеристиками заданной системы являются: перемещение $\tilde{f}(x)$ и напряжения в сечениях трубопровода $\tilde{\sigma}_{\text{зкс}}, \tilde{\sigma}_1, \tilde{\sigma}_2$. Получены математические ожидания и дисперсии параметров выхода.

Определение области безотказной работы линейного участка газопровода с заданным уровнем риска, производится в результате анализа графиков областей безотказной работы, построенных по отмеченным точкам отказов.

Типичный комбинированный график областей безотказной работы, показанный на рис.2, построен по данным расчета. Каждая линия на нем отражает отказ трубопровода, связанный с выбросом за пределы допустимой области

$$\langle T^{21} \rangle \sigma_0(\theta) = -\sqrt{\frac{2}{3}} R_e [S_{01} S_{00}^* + S_{01}^* (S_{11} - S_{1-1})]$$

Будем считать, что поляризационные эффекты, возникающие при упругом рассеянии на ядрах обусловлены исключительно спин-орбитальным взаимодействием. В этом случае $S_{1-1} = S_{-11} = 0$, так как спин-орбита может изменить проекцию спина не более чем на единицу. Остальные амплитуды могут быть выписаны в явном виде:

$$\begin{aligned} S_{00} &= \frac{i}{2k} \sum_{\ell} [(\ell+1)(1-U_{\ell\ell}^+) + \ell(1-U_{\ell\ell}^-)] P_{\ell}(\cos\theta) \\ S_{11} &= \frac{i}{4k} \sum_{\ell} [(\ell+2)(1-U_{\ell\ell}^+) + (2\ell+1)(1-U_{\ell\ell}^0) + (\ell-1)(1-U_{\ell\ell}^-)] P_{\ell}(\cos\theta) \\ S_{10} &= \frac{i}{2\sqrt{2}k} \sum_{\ell} \left[\frac{\ell-1}{\ell} (1-U_{\ell\ell}^+) + \frac{2\ell+1}{\ell(\ell+1)} (1-U_{\ell\ell}^0) + \frac{\ell+2}{\ell+1} (1-U_{\ell\ell}^-) \right] P'_{\ell}(\cos\theta) \\ S_{01} &= \frac{i}{2\sqrt{2}k} \sum_{\ell} [(1-U_{\ell\ell}^+) - (1-U_{\ell\ell}^-)] P'_{\ell}(\cos\theta) \end{aligned}$$

Здесь введены следующие обозначения

$$U_{\ell\ell}^{\pm} = U_{\ell\ell}^{j=\ell\pm 1}; \quad U_{\ell\ell}^0 = U_{\ell\ell}^{j=\ell}.$$

Последние могут быть параметризованы с помощью фаз рассеяния

$$U_{\ell\ell}^{\pm} = e^{2i\delta_{\ell}^{\pm}}; \quad U_{\ell\ell}^0 = e^{2i\delta_{\ell}^0}.$$

Учитывая то, что расщепление центральной фазы происходит за счет спин-орбитального взаимодействия и разлагая матрицу рассеяния в ряд с точностью до квадратичных членов, получим:

$$\begin{aligned} S_{00} &= -\frac{i}{k} \sum_{\ell} \sqrt{\frac{2\ell}{\pi \sin\theta}} \left(1 - \frac{1}{2} \Delta_{\ell}^2\right) e^{2i\delta_{\ell}^0} \cos\left[\left(\ell + \frac{1}{2}\right)\theta - \frac{\pi}{4}\right] \\ S_{11} &= -\frac{i}{k} \sum_{\ell} \sqrt{\frac{2\ell}{\pi \sin\theta}} \left(1 - \frac{1}{4} \Delta_{\ell}^2\right) e^{2i\delta_{\ell}^0} \cos\left[\left(\ell + \frac{1}{2}\right)\theta - \frac{\pi}{4}\right] \\ S_{10} &= \frac{1}{k} \sum_{\ell} \sqrt{\frac{\ell}{\pi \sin\theta}} \Delta_{\ell} e^{2i\delta_{\ell}^0} \cos\left[\left(\ell + \frac{1}{2}\right)\theta + \frac{\pi}{4}\right] \\ S_{01} &= -S_{10}. \end{aligned}$$

Суммирование по ℓ можно заменить интегрированием по контуру в плоскости комплексных ℓ с помощью преобразования Зоммерфельда – Ватсона. С учетом деформирования контура интегрирования, методом перевала могут быть получены простые аналитические выражения, описывающие все поляризационные характеристики процесса рассеяния дейтронов на бесспиновых ядрах. Конечные выражения содержат пять независимых параметров, и удовлетворительно описывают упругое рассеяние дейтронов с энергией 21,6 МэВ на ядрах Ni^{58} .

Разина О.В., Цыба П.Ю.

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана,
Казахстан

КОСМОЛОГИЧЕСКОЕ УСКОРЕНИЕ В МОДЕЛИ G-ЭССЕНЦИИ

Более десяти лет спустя после своего открытия [1], космическое ускорение остается нерешенной проблемой. В литературе были предложены, некоторые теоретические модели, ответственные за это ускоренное расширение. Простейшей моделью является космологическая постоянная, которая является ключевым компонентом в Λ CDM модели, но данная модель сталкивается с проблемой тонкой настройки.

В последние годы в теории описываются модели к-эссенции, с неканоническими кинетическими членами. Такие теории были впервые изучены в контексте к-инфляции [2], а затем модели к-эссенции были предложены в качестве динамической темной энергии для решения проблемы космического совпадения [3].

Совсем недавно была представлена фермионная контрпара скалярной к-эссенции в [4] и названа для краткости f-эссенция. В [4], была предложена еще более общая модель темной энергии, так называемая g-эссенция (см. [5]-[7]).

Действие для g-эссенции записывается как [8]

$$S = \int d^4x \sqrt{-g} [R + 2K(X, Y, \phi, \psi, \bar{\psi})], \quad (1)$$

где K является некоторой функцией своих аргументов, ϕ – скалярная функция, $\psi = (\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4)^T$ является фермионной функцией и $\bar{\psi} = \psi^\dagger \gamma^0$ ее сопряженная функция. Здесь

$$X = 0.5g^{\mu\nu} \nabla_\mu \phi \nabla_\nu \phi, \quad Y = 0.5i[\bar{\psi} \Gamma^\mu D_\mu \psi - (D_\mu \bar{\psi}) \Gamma^\mu \psi]$$

являются каноническими кинетическими членами для скалярного и фермионного полей, соответственно. ∇_μ и D_μ являются ковариантными производными. Фермионные поля рассматриваются здесь как классические коммутирующие поля.

Варьирование действия (1) относительно $g_{\mu\nu}$ дает нам следующий тензор энергии-импульса для поля g-эссенции

$$T_{\mu\nu} = \frac{2}{\sqrt{-g}} \frac{\delta S}{\delta g^{\mu\nu}} = K_X \nabla_\mu \phi \nabla_\nu \phi + 0.5iK_Y [\bar{\psi} \Gamma_{(\mu} D_{\nu)} \psi - D_{(\mu} \bar{\psi} \Gamma_{\nu)} \psi] - g_{\mu\nu} K = 2K_X X u_{1\mu} u_{1\nu} + K_Y Y u_{2\mu} u_{2\nu} - K g_{\mu\nu}$$

где $K_X = \frac{\partial K}{\partial X}$, $K_Y = \frac{\partial K}{\partial Y}$, $u_{1\mu} = \frac{\nabla_\mu \phi}{\sqrt{2X}}$ и т.д. Уравнение движения для скалярного

поля ϕ получается варьированием действия (1) относительно ϕ

В программных комплексах ускорения и перемещения, скорости – аппроксимируются конечно-разностными выражениями в перемещениях.

Общая система уравнений получается в виде

$$\left[\frac{2M}{\Delta t^2} + \frac{C}{\Delta t} + K \right] (u(t + \Delta t) + u(t - \Delta t)) = 2 \left(q(t) + \frac{2M}{\Delta t^2} u(t) + \frac{C}{\Delta t} u(t - \Delta t) \right), \quad (5)$$

где M , C , K – соответственно матрицы масс, демпфирования и жесткости системы, $u(t), \dot{u}(t), \ddot{u}(t)$ – векторы узловых перемещений, скоростей и ускорений в момент времени t , $q(t)$ – нагрузка, соответствующая времени t . Решение уравнения (5) реализовано по схеме неявного интегрирования. Динамическая нагрузка задается узловой нагрузкой, возможно представление сейсмического воздействия в виде поля (учитывается принцип «бегущей сейсмической волны»).

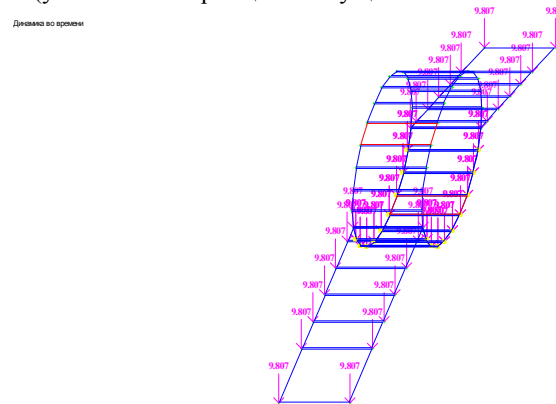


Рис.1 Фрагмент конечно-элементной модели незаглубленного трубопровода прямого динамического расчета.

Проведение прямого динамического расчета с учетом пространственной работы сооружения, возможно только с рядом допущений; моделирования реакции грунта, системой пружин и демпферов, соединяющих сооружение с грунтовым основанием, заданием сейсмического воздействия в виде поля.

Сейсмостойкость морского подводного трубопровода считается достаточной, если выполняются следующие критерии;

- при воздействии проектного землетрясения подводный незаглубленный трубопровод должен оставаться в режиме нормальной эксплуатации, при этом должно выполняться требование:

$$\sigma_{max} \geq R_e, \quad (6)$$

где σ_{max} – общая изгибная деформация металла трубы, рассчитанная по критерию Мизеса; с помощью МКЭ.

Решение вероятностной задачи колебаний трубопровода под действием сейсмической нагрузки находится методом канонических разложений.

Исследование сейсмостойкости морских трубопроводные системы проводится с учетом следующих позиций;

оценке устойчивости грунта в процессе укладки и эксплуатации трубопровода; анализу взаимодействия трубопровода с грунтом, так как трубопровод деформируется с грунтом, как одно тело.

Взаимодействие трубопровода с грунтом требует учета жесткости морского дна и сопротивления грунта перемещениям трубопровода. При сейсмическом воздействии наблюдается потеря устойчивости грунта морского дна. Прочность грунта может быть определена по предельному значению модуля сдвига G_{max}

$$G_{max} = 625 \cdot \frac{OCR^{k_s}}{0,3 + 0,7e_s^2} \sqrt{\sigma_a \sigma_s}, \quad (4)$$

где σ_s – среднее эффективное напряжение, кПа; σ_a – атмосферное давление (100 кПа); OCR – коэффициент переуплотнения грунтов, определяется как отношение давления, под которым грунт был ранее уплотнен, к давлению, действующему в настоящее время на грунт для глинистых грунтов, для песков принимается равным 1,0, k_s – коэффициент, определяемый согласно [2].

Для решения проблемы динамического расчета конструкции используют два основных метода:

- разложение по собственным формам;
- прямое интегрирование уравнений движения.

Расчетная динамическая модель незаглубленного подводного трубопровода – дискретная пространственная модель МКЭ: основание и окружающая водная среда моделируются объемными элементами, оболочка трубопровода – пластинчатыми элементами взаимодействие трубопровода и грунта учитывается с помощью элементов трения в продольном и поперечных направлениях. Жесткости связей, моделирующих сопротивление грунта, определяются согласно [3].

Прямой динамический метод предполагает полное решение уравнения движения морского подводного трубопровода на рассматриваемом участке под действием землетрясения балльности I , заданной акселерограммой на временном участке не менее 10 секунд.

При этом в расчете учитывается физическая нелинейность материала трубопровода и грунта, а также геометрическая нелинейность всех элементов системы. В качестве расчетных параметров, подставляемых в критерии, принимаются максимальные значения деформаций, полученных в процессе реализации.

$$-\frac{1}{\sqrt{-g}} \frac{\delta S}{\delta \phi} = (K_{,X} g^{\mu\nu} + K_{,XX} \nabla^\mu \phi \nabla^\nu \phi) \nabla_\mu \nabla_\nu \phi + 2XK_{,X\phi} - K_\phi.$$

Варьируя действие (1) относительно $g_{\mu\nu}$ мы получим уравнения Эйнштейна

$$-\frac{2}{\sqrt{-g}} \frac{\delta S}{\delta g^{\mu\nu}} = R_{\mu\nu} - 0.5Rg_{\mu\nu} - T_{\mu\nu} = 0,$$

где $R_{\mu\nu}$ является тензором Риччи. Кроме того, из уравнения Эйлера-Лагранжа относительно плотности лагранжиана K можно получить уравнения Дирака для фермионного поля ψ и его сопряжения $\bar{\psi}$ связанного с гравитационным и скалярным полями.

Рассмотрим однородную, изотропную и плоскую Вселенную Фридмана-Робертсона-Уокера (ФРУ) заполненную г-эссенцией. Метрика задается в виде

$$ds^2 = dt^2 - a^2(t)(dx^2 + dy^2 + dz^2), \quad (2)$$

и тетрадный базис выбран

$$(e_a^\mu) = \text{diag}(1, 1/a, 1/a, 1/a), \quad (e_\mu^a) = \text{diag}(1, a, a, a)$$

В целом, модель г-эссенции (1) может иметь очень сложные уравнения движения и поиск ее точных аналитических решений является трудной задачей. Здесь мы рассмотрим более простую модель следующего вида

$$K = \varepsilon X + \sigma Y - V_1(\phi) - V_2(u),$$

где $u = \bar{\psi}\psi$. Тогда уравнения соответствующие действию (1) запишутся как [8]

$$3H^2 - \rho = 0, \quad (3)$$

$$2\dot{H} + 3H^2 + p = 0, \quad (4)$$

$$\varepsilon\ddot{\phi} + 3\varepsilon H\dot{\phi} + V_{1\phi} = 0, \quad (5)$$

$$\sigma\dot{\psi} + 1.5\sigma H\psi + iV_2'\gamma^0\psi = 0, \quad (6)$$

$$\sigma\dot{\bar{\psi}} + 1.5\sigma H\bar{\psi} - iV_2'\bar{\psi}\gamma^0 = 0, \quad (7)$$

$$\dot{\rho} + 3H(\rho + p) = 0, \quad (8)$$

где

$$\rho = 0.5\varepsilon\dot{\phi}^2 + V_1 + V_2, \quad p = 0.5\varepsilon\dot{\phi}^2 - V_1 - V_2 + V_2' u.$$

Рассмотрим случай $V_1 = 0$ и вычислим некоторые точные решения. Тогда система (3)-(8) примет вид

$$3H^2 - \rho = 0, \quad (9)$$

$$2\dot{H} + 3H^2 + p = 0, \quad (10)$$

$$\ddot{\phi} + 3H\dot{\phi} = 0, \quad (11)$$

$$\sigma\dot{\psi} + 1.5\sigma H\psi + iV_2'\gamma^0\psi = 0, \quad (12)$$

$$\sigma\dot{\bar{\psi}} + 1.5\sigma H\bar{\psi} - iV_2'\bar{\psi}\gamma^0 = 0, \quad (13)$$

$$\dot{\rho} + 3H(\rho + p) = 0, \quad (14)$$

где

$$\rho = 0.5\varepsilon\dot{\phi}^2 + V_2, \quad p = 0.5\varepsilon\dot{\phi}^2 - V_2 + V_2'u.$$

Решая эту систему получим следующие решения

$$u = \frac{c}{a^3}, \quad \dot{\phi} = \frac{\phi_0}{a^3}, \quad V_2 = -\frac{0.5\varepsilon\phi_0^2}{a^6} + 3H^2$$

и

$$\psi_l = \frac{c_l}{a^{1.5}} e^{iD}, \quad \psi_k = \frac{c_k}{a^{1.5}} e^{-iD}.$$

Здесь $l=0,1$, $k=2,3$ и c_j удовлетворяет следующему условию

$$c = |c_0|^2 + |c_1|^2 - |c_2|^2 - |c_3|^2 \text{ и } D = \frac{1}{c\sigma} \left(2 \int a^3 dH + \phi_0^2 \int a^{-3} dt \right).$$

Теперь найдем точные решения (9)-(14). Это решение имеет интересное свойство: оно периодически пересекается с фантомной линией $\omega = -1$. Для этого решения рассмотрим в деталях физические свойства, такие как давление p , плотность энергии ρ , скалярный потенциал и особенно поведение УС.

Будем исходить из следующего выражения для масштабного фактора

$$a = a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt],$$

где a_0, b, d, k являются константами. Тогда получим

$$H = \frac{k(b \cos[kt] - d \sin[kt])}{a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt]},$$

$$u = \frac{c}{(a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt])^3}, \quad \dot{\phi} = \frac{\phi_0}{(a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt])^3},$$

$$\psi_l = \frac{c_l}{(a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt])^{1.5}} e^{iD}, \quad \psi_k = \frac{c_k}{(a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt])^{1.5}} e^{-iD}$$

где

$$D = \frac{1}{c\sigma} \int (2k^2(a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt])(a_0(b \sin[kt] + d \cos[kt]) + b^2 + d^2) + \phi_0^2(a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt])^{-3}) dt$$

Цель данного исследования является разработка методики прогнозирования надежности морского подводного трубопровода (МПТ) с учетом сейсмических воздействий. Методика прогнозирования надежности МПТ в результате сейсмического воздействия, включает следующие компоненты, влияющие на случайность отклика конструкции:

- описание особенностей сейсмического воздействия на МПТ;
- особенности расчетных схем для заглубленных и незаглубленных в донный грунт МПТ;
- порядок определения сейсмических нагрузок на МПТ;
- требования к проверке прочности и устойчивости МПТ при сейсмических нагрузках.

Модель сейсмической нагрузки действующей в продольно-поперечном направлении на трубопровод принимается в виде стационарного случайного процесса моделирующегося случайной затухающей функцией $F(t)$.

Вероятностная постановка задачи теории сейсмостойкости связана с тем, что колебания основания сооружения при землетрясении являются случайными функциями времени, т.е. каждое землетрясение представляет собой реализацию некоторого случайного процесса.

Математическая модель колебаний подводного трубопровода под действием сейсмической нагрузки описывается линейным стохастическим оператором

$$(m + m_{np}) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + (C + 2K_D K_L) \frac{\partial y}{\partial t} + EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} - N \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \tilde{F}(t) \quad (1)$$

где K_D, K_L - соответственно $K_D = \frac{1}{2} \rho D C_D$, $K_L = \sqrt{\frac{8}{\pi}} \sigma_v$, с начальными и соответствующими краевыми условиями, при $t=0$; $x(t)=0$; $x'(t)=0$.

Уравнение колебаний трубопровода в обобщенных координатах под действием сейсмической нагрузки в горизонтальном

$$\mathcal{T}_i(t) + (\xi_{st} + \xi_s) \mathcal{T}_i(t) + \omega_i^2 \mathcal{T}_i(t) = \frac{1}{m_s + m_a} \tilde{F}_h(t); \quad (2)$$

и вертикальном направлениях

$$\mathcal{T}_i(t) + \xi_{st} \mathcal{T}_i(t) + \omega_i^2 \mathcal{T}_i(t) = \frac{1}{m_s + m} \tilde{F}_v(t); \quad (3)$$

где m_s, m_a, ξ_M, ξ_S - соответственно масса трубопровода на 1 пог.м., присоединенная масса воды, конструктивный коэффициент демпфирования трубопровода и коэффициент демпфирования грунта основания.

Технічна озброєність

$$\Phi_{TP} = \frac{B_{акоеф}}{P_T}, \quad (2)$$

де $B_{акоеф}$ – вартість активної частини основних виробничих фондів.

Енергоозброєність праці визначається за формулою:

$$E = \frac{N_e}{B_{ПР}}, \quad (3)$$

де N_e – сумарна потужність електричних приладів активної частини основних виробничих фондів;

$B_{ПР}$ – річна виробнича програма дільниці, підприємства, тис. люд. годин.

Література:

1. Карпенко Е.А. Потенциал производственной системы: сущность, методика оценки, процесс актуализации: Монография. – Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2003. – 377 с.

2. Авдеенко В.Н., Котлов В.А. Производственный потенциал промышленного предприятия. – М.: Экономика, 1989. – 239 с.

К.т.н., доцент Муравьева Л.В.

олгоградский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Требования, предъявляемые к конструктивной надежности подводных трубопроводов, намного выше требований, предъявляемых к подземным и наземным трубопроводам. Это связано с большей агрессивностью среды, со значительными механическими воздействиями, а также сложностью ремонтных работ.

При существующем уровне технического развития подводного трубопроводного транспорта невозможно исключить вероятность его повреждений в процессе строительства и эксплуатации по различным причинам [1,3]. К основным из них можно отнести: вибрацию и перемещение трубопроводов под действием гидродинамических факторов; провисание трубопровода в районе размыва донного грунта; сдвиговые явления грунта, в регионах с повышенной сейсмической активностью.

Соответствующий потенциал имеет форму

$$V_2 = -\frac{0.5\varepsilon\phi_0^2}{(a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt])^6} + 3k^2 \left(\frac{b \cos[kt] - d \sin[kt]}{a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt]} \right)^2.$$

Плотность энергии и давление имеют форму

$$\rho = 3k^2 \left(\frac{b \cos[kt] - d \sin[kt]}{a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt]} \right)^2,$$

$$p = -k^2 \frac{3(b \cos[kt] - d \sin[kt])^2 - 2[a_0(b \sin[kt] + d \cos[kt]) + b^2 + d^2]}{(a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt])^2}.$$

Параметр уравнения состояния и параметр замедления имеют вид

$$\omega = -1 + \frac{2[a_0(b \sin[kt] + d \cos[kt]) + b^2 + d^2]}{3(b \cos[kt] - d \sin[kt])^2},$$

$$q = -1 + \frac{a_0(b \sin[kt] + d \cos[kt]) + b^2 + d^2}{(b \cos[kt] - d \sin[kt])^2}$$

На рисунке 1 а) представлены графики для плотности энергии ρ и давления p как функций от t . На рисунке 1 б) представлен график параметра УС ω как функции от t .

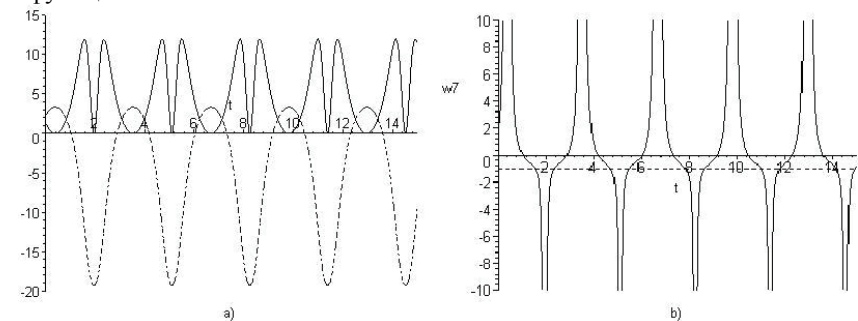


Рис. 1. а) Графики ρ (сплошная линия) и p (пунктирная линия) как функций от t ;

б) График ω как функции от t ($a_0=2$; $b=1$; $d=1$; $k=2$).

При этом параметр рывка равен

$$j = -\frac{(a_0 + b \sin[kt] + d \cos[kt])^2}{(b^2 - d^2) \cos^2[kt] - bd \sin[2kt] + d^2}.$$

На рисунку 2 представлені графіки параметра замедлення q і параметр ривка j як функцій от t , соответственно.

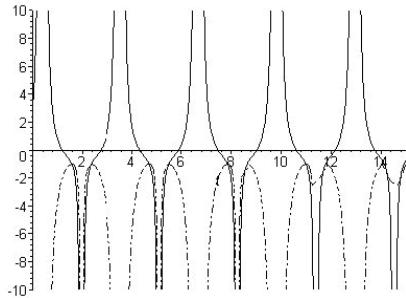


Рис. 2. График q (сплошная линия) и j (пунктирная линия) как функций от t ($a_0=2$; $b=1$; $d=1$; $k=2$).

В этой статье мы рассмотрели новую и интересую модель, так называемую g -эссенцию. Эта модель объединила k -эссенцию и f -эссенцию, которые были изучены ранее. Вывели уравнения поля для лагранжиана общего вида. Ввели феноменологический лагранжиан, в котором уравнения поля имеют простой вид. Нашли точное фантомное решение. Найдены точные решения уравнения, а также выражения для давления и плотности энергии, как функций от времени.

Литература:

1. Perlmutter S. // *Astrophys.J.* – 1999. – V.517. – P.565–586; Riess A. // *Astron.J.* – 1998. – V.116 – P.1009–1038.
2. Armendariz-Picon C., Damour T., Mukhanov V.F. *k*-inflation // *Phys. Lett. B.* – 1999. – V.458. – P.209-218 [hep-th/9904075].
3. Armendariz-Picon C., Mukhanov V.F., Steinhardt P.J. Essentials of *k*-essence // *Phys. Rev. D.* – 2001. – V.63. – P.103510 [astro-ph/0006373].
4. Myrzakulov R. Fermionic *k*-essence // [arXiv:1011.4337].
5. Yerzhanov K. K., Tsyba P. Yu, Myrzakul Sh. R, Kulnazarov I. I, Myrzakulov R. Accelerated expansion of the Universe driven by *G*-essence // [arXiv:1012.3031].
6. Kulnazarov I, Yerzhanov K, Myrzakul Sh, Tsyba P, Myrzakulov R. *G*-essence with Yukawa Interactions // *European Physical Journal C.* – 2011. – V.71, N7. – P.1698 (9p) [arXiv:1012.4669].
7. Razina O, Kulnazarov I, Yerzhanov K, Tsyba P. Yu, Myrzakulov R. Einstein-Cartan gravity and *G*-essence // *Central European Journal of Physics.* – 2012. – V.10, N1. – P.47-50 [arXiv:1012.5690].
8. Jamil M, Momeni D, Serikbayev N. S, Myrzakulov R. // *Astrophysics and Space Science.* – 2012. – DOI: 10.1007/s10509-011-0964-7 (Preprint arXiv:1112.4472); Jamil M, Myrzakulov Y, Razina O, Myrzakulov R. // *Astrophysics and Space Science.* – 2011. – V.336. – P.315-326.

Рівень техніко-технологічного розвитку виробничих структурних підрозділів підприємства автосервісу, як правило, відрізняється і за рівнем механізації, і за рівнем технологій, і за рівнем та станом технологічного устаткування.

На підприємстві в цілому, а також на окремих дільницях може застосовуватись ручна, механізована, та автоматизована праця. Технологічні процеси можуть бути сучасними, можуть бути застарілими.

Зазначене вимагає оцінки або діагностування рівня техніко-технологічного розвитку як окремих підрозділів, так і підприємства в цілому. На основі такої діагностики повинен проводитись аналіз, визначатись науково-технічний потенціал і розроблятися заходи та плани по подальшому техніко-технологічному розвитку підприємства.

Основні показники оцінки техніко-технологічного рівня підприємства автосервісу групуються за такими ознаками [2]:

- 1) ступінь технічної оснащності праці (фондоозброєність, технічна озброєність, енергоозброєність праці);
- 2) рівень прогресивності технології (структура технологічних процесів за використанням обчислювальної техніки та високоточних приладів, за трудомісткістю, частка нових технологій за обсягом або трудомісткістю послуг, середній вік технологічних процесів підприємства, коефіцієнт використання сировини і матеріалів);
- 3) технічний рівень устаткування (точність, продуктивність, надійність, металомісткість, середній ресурс, частка прогресивних, сучасних видів устаткування, частка фізично та морально застарілого устаткування в загальному парку);
- 4) рівень механізації та автоматизації виробництва (ступінь охоплення робіт механізованою та автоматизованою працею).

Оцінка стану техніко-технологічного розвитку повинна визначити, які структурні підрозділи підприємства знаходяться в гіршому техніко-технологічному стані, які заходи в зв'язку з цим потрібно здійснити, в якій послідовності, які матеріальні ресурси слід використати для підвищення потенціалу підрозділу і підприємства.

Для оцінки рівня технічного оснащення праці доцільно використовувати відомі показники механізації робіт, фондоозброєності, а також технічну та енергоозброєність праці [1, 2].

Фондоозброєність визначається за формулою:

$$\Phi_p = \frac{B_{овф}}{P_T}, \tag{1}$$

де $B_{овф}$ – вартість основних виробничих фондів;
 P_T – кількість робітників у найчисельнішій зміні.

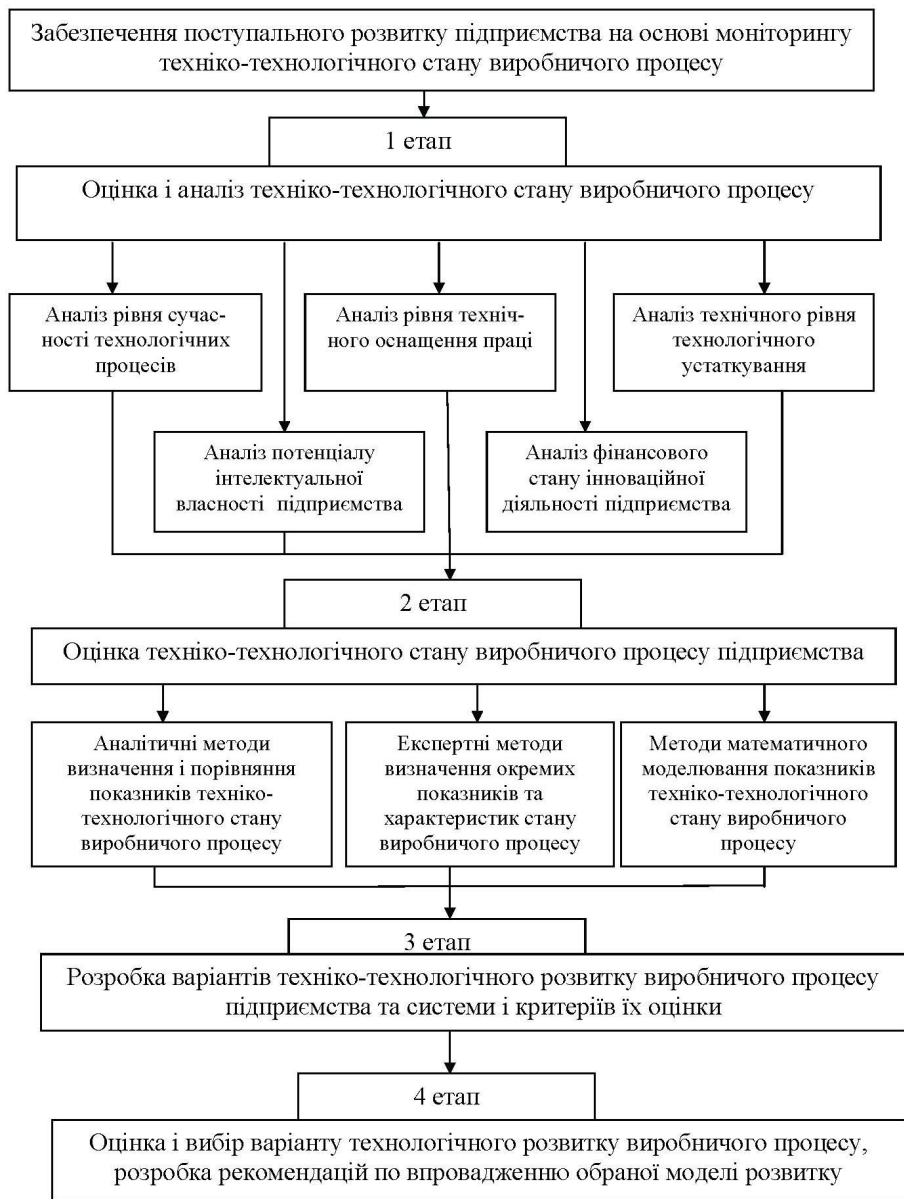


Рисунок 6.4 – Алгоритм проведення оцінки техніко-технологічного потенціалу підприємства

ФИЗИКА ОТ ТВЪРДО ВЕЩЕСТВО

D.f. ТН н. Urusova B.I., асп. Mamchueva F.M., Umarova M. H.
Karachaevo – Circassian state university, Russia

THE PHYSICAL NATURE OF RETURN MAGNETISATION OF MOUNTAIN ORES

The purpose of the given work is research of the physical nature of return magnetisation of mountain ores (gabbroid), rivers Maryhi taken from a left bank, Zelenchuksky area, Karachaevo – Circassian republic, number of a borehole 8/1021 and age $\partial PR - PZ_1$.

The character, therefore natural magnetisation has a magnetic field dipole corresponds to a direction of a vector of the geomagnetic field, existing during formation mountain ores.

In mountain ore (gabbroid) it is possible to explain occurrence of return magnetisation two hypotheses: 1) the magnetisation self-reference; 2) inversion of a geomagnetic field. From the first hypothesis follows, that return magnetisation communication is connected physics – chemical the processes caused by magnetisation of mountain ore (gabbroid) against a direction of a geomagnetic field. And from a hypothesis of inversion of a geomagnetic field follows, that a principal cause of occurrence of return magnetisation is existence in time of formation of mountain ore (gabbroid) the magnetic field of the Earth which had a direction return existing. That assumes numerous inversions of a magnetic field of the Earth. However, this statement it is insolvent, in view of the magnetisation self-reference.

On Neel [1], thermoresidual magnetisation of saturation – $I_S(T)$, can change the direction at temperature passage through critical points.

Knowing the mechanism of processes of the self-reference of magnetisation that is: the mechanism operating in homogeneous magnetic systems and mechanisms characteristic for diverse magnetic systems and according to theory Heеля follows, that in the first group the basic role is played by negative exchange interaction of knots A-B sublattice whereas interactions A-A and B-B can be both positive, and negative.

Then, a resultant spontaneous magnetisation is a difference of magnetisations caused by two sublattices A and B:

$$I_{SA} - I_{SB} = I_S, \quad (1)$$

Where $I_S > 0$ – at heats and $I_S < 0$ at low temperatures where there is a self-reference.

Change cationing distributions in sublattices A and B in the course of cooling of magnetic mountain ore (gabbroid) at heats and after its cooling can be the reason of distinctions in temperature dependences I_S .

In two-and multiphase magnetic systems self-reference mechanisms sublattice can be divided on magnetostatics and exchange between phases through their border.

Calculations have shown, that at small distances between grains A and B is observed magnetostatics the mechanism. For this purpose, a necessary condition is non-simultaneous magnetisation of grains of different phases of mountain ore (gabbroid).

Exchange interaction in diphasic system is possible only at cristallography continuity of phases, presence of the general oxygen layers. Thus the self-reference can occur, if $I_{SA} < I_{SB}$, and, the greatest effect is observed, when a phase A – weak ferromagnetic, and a phase B – ferromagnetic.

The literature:

1. Neel L. Some theoretical aspects of rock magnetism. //adv.phys.1955.V.4. №14.P.191-243.

Urusova B.I., Salpagarova Z.A.

Karachaevo-Circassian state university of U.D.Aliev

DEFINITION OF POINT CURIE AND SIZES OF EXCHANGE INTERACTION OF ROCKS

Point Curie of rocks is the physical characteristic of a material and coincides with point Curie of those ferromagnetic materials which contain in them. Value of point Curie of rocks gives the chance to estimate to some extent likelihood structure of the ferromagnetic minerals containing in them.

We investigate rocks (andesito – basalt), the rivers of B.Zelenchuk taken from a right bank, Karachaevo-Circassian republic (KCR), number of a borehole 16/1061 and age $Pz+Kz$. For definition of point Кюри – the rock Hardware (andesito – basalt) measurements of magnetisation I depending on temperature have been spent.

On fig. 1 temperature dependence of magnetisation $I(T)$ is resulted.

Rock (andesito – basalt). It is visible, that at increase of temperature the curve of temperature dependence of magnetisation falls, apparently, streamlining of the magnetic moments under the influence of energy of thermal fluctuations kT collapses. At enough heats revolting action of thermal fluctuations starts to overcome the forces keeping system of the elementary magnetic moments in the ordered condition.

3.Романченко М.К. Щербакова О.В. Проблема динамической устойчивости систем виброизоляции. Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока, № 2, Новосибирск, 2010, с.232-235.

4.Романченко М.К., Федосеева М.А. Аналитический обзор современных средств виброшумозащиты /Журнал университета водных коммуникаций, вып. № 4 (12), СПУВК, Санкт – Петербург, 2011, с.41-43.

**Мастепан М.А., канд. техн. наук, Кузьмін В.С., ас., Пашенко Т.В., маг.,
Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ ДонНТУ, м. Горлівка**

МОНІТОРИНГ РОЗВИТКУ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА АВТОСЕРВІСУ

Значиму роль у процесі забезпечення сталого розвитку підприємства відіграє організація моніторингу техніко-технологічного потенціалу виробничого процесу, і виявлення напрямів подальшого його розвитку.

Основними елементами системи моніторингу техніко-технологічного стану підприємства автосервісу є:

- 1) облік і оцінка всіх технічних і технологічних заходів, що проводяться на підприємстві;
- 2) вибір та обґрунтування постійних та тимчасових показників функціонування виробничого процесу підприємства;
- 3) формування постійно діючих масивів інформації про виробничий процес, розробка методики їх обробки, зберігання та використання структурними підрозділами.

Моніторинг технологічного потенціалу підприємства реалізується в якості системи спостережень за динамікою розвитку технологічного процесу і має такі цілі функціонування системи моніторингу [1, 2]:

- 1) отримання достовірної та об'єктивної інформації про розвиток технологічних процесів на підприємстві;
- 2) оцінка та системний аналіз процесів техніко-технологічного розвитку;
- 3) прогностна оцінка розвитку виробничого процесу підприємства на коротко-, середньо-та довгострокову перспективу.

В організаційному плані моніторинг виробничого процесу потребує проведення на підприємстві комплексу заходів (рис. 1). Оцінка завершується розробкою методик і рекомендацій, які забезпечують ефективне впровадження нових або вдосконалення існуючих технологій та технологічного устаткування.

-установив приборы в этих характерных точках, можно получить зависимости измеряемых параметров (амплитуды, частоты и т.д.) от режимов источников вибрации (при этом синхронно регистрируется уровень вибрации на ее источнике и используется вибродатчик на источнике вибрации в качестве базового);

-в качестве характерных точек на строительных конструкциях электростанции принимаются: середины пролетов несущих балок, плит перекрытия, ферм покрытия и т.д., узлы соединений этих элементов, середины высот колонн, стоек и зоны сопряжений этих элементов с перекрытием, полом, покрытием;

-приборы устанавливаются непосредственно на несущие поверхности элементов (в железобетонных элементах в зонах регистрации колебаний штукатурный слой отбивается);

-в дополнение к измерениям вибрации при фактических режимах работы данных конструкций, определяющихся условиями их эксплуатации, рекомендуется регистрировать параметры вибрации строительных конструкций при изменении ступенями режимов источников вибрации (по согласованию со службой эксплуатации);

-вклад в вибрацию строительных конструкций нескольких ее источников определяется путем их поочередного отключения или включения.

Измерение основного тона свободных затухающих колебаний элементов строительных конструкций следует выполнять в пролетах несущих элементов. Установление частот свободных (собственных) колебаний необходимо при наличии резонансных явлений (при совпадении частот собственных колебаний конструкции с вынужденными колебаниями от источников вибрации).

Свободные затухающие колебания возбуждаются ударом через деревянную прокладку толщиной 3-4 см по конструкции в средней части ее пролета. Сила удара должна обеспечить в начальных 2-3 периодах колебаний значения амплитуд перемещений конструкции не меньше максимально допустимых технологий производства и санитарно-гигиеническими ограничениями.

Прилегающее к строительным конструкциям оборудование во время измерений свободных колебаний должно быть по возможности полностью или частично отключено.

Резонансные зоны элементов строительных конструкций можно установить при включении или отключении прилегающего оборудования по характерным всплескам амплитуд на графике амплитудно-частотной характеристики, построенном по результатам измерений вибрации конструкций при наборе (сбросе) номинальной частоты вращения оборудования.

Литература:

1. Вибрационная безопасность. Общие требования. ССБТ. ГОСТ 12.1.012-90
2. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СН 245-71.

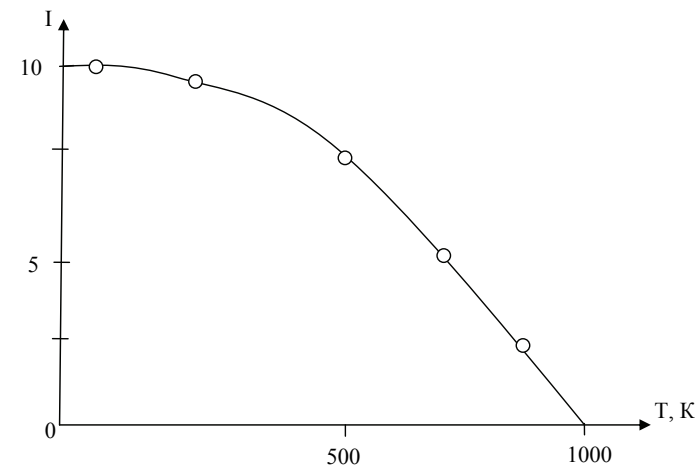


Fig. 1. Temperature dependence of magnetisation $I(T)$ of rock (andesite – basalt)

The course of the curve characterising reduction of magnetisation with rise in temperature, becomes more and more abrupt while, at last, at some critical temperature $T=1004K$, the curve of temperature dependence of magnetisation disappears. It is critical temperature, is point Curie $T_c=1004K$.

Further used value of point Curie – $T_c=1004K$ for an estimation of size of exchange interactions and an exchange field:

$$E_{exch}=gS\mu_B H_{exch} \approx kT_c \quad (1)$$

Where E_{exch} – energy of exchange interaction;
 g – The factor of spectroscopic splitting;
 S – Spin the moment;
 μ_B – magneton the Pine forest;
 H_{exch} – An exchange field;
 k – Constant Boltzmann.

Calculations have shown, that $g=2$; $S=1$; $T_c=1004K$, $H_{exch}=5 \cdot 10^6 \text{Э}$. Though at $T_c=1004K$ magnetisation disappears, exchange forces do not disappear; apparently, value E_{exch} is not enough to keep the spin moments in the ordered condition.

Thus, analyzing results of research, we come to conclusion, that likelihood structure of mountain ore (andesite – basalt) – iron.

Dr.S.(Phys.-Math.) Sidorov N.V., Teplyakova N.A., Obryadina E.Y.,
Dr.S.(Eng.) Palatnikov M.N.

The laboratory of materials for electronic engineering, Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral im. I. V. Tananaeva of Kola Scientific Center of Russia Academy of Sciences.184209, Apatity, Russia.

STRUCTURAL PHASE TRANSITIONS AND PROCESSES OF «ORDER-DISORDER» IN FERROELECTRIC SOLID SOLUTION OF $Li_{0.12}Na_{0.88}Ta_yNb_{1-y}O_3$

The system of solid solutions of the $Li_{0.12}Na_{0.88}Ta_yNb_{1-y}O_3$ (LNTN) with oxygen-octahedral type of structure is of great interest because the change of the components concentration and the temperature is accompanied by a variety of structural phase transitions. Thus, on the basis of this system one can obtain the materials with ferroelectric, superionic and semiconducting properties and also the one with cross-effects.

Particularly, solid solutions of the $Li_{0.12}Na_{0.88}Ta_yNb_{1-y}O_3$ are promising as materials with high superionic conductivity. When $x=0.12$ the structure orders in such a way as to make the phase transition in a superionic state possible. We may vary the temperature of transition and its degree of fuzziness in wide scope by ranging the order of structural units in niobium and tantalum sublattice. Besides, when the temperatures equal to 315–350°C in the $Li_{0.12}Na_{0.88}Ta_yNb_{1-y}O_3$ solid solution we may observe the phase transition from ferroelectric to antiferroelectric taking place before the superionic phase transition. Temperature dependence of conductivity and Raman spectra of the $Li_{0.12}Na_{0.88}Ta_yNb_{1-y}O_3$ solid solutions with $y=0, 0.2, 0.4$ и 0.5 and of the $Li_xNa_{1-x}Ta_{0.1}Nb_{0.9}O_3$ solid solution have been investigated (fig 1). Phase transitions in the superionic state were found at the temperature ~400÷460°C (fig 2). It was found that the superionic phase transition in the $Li_xNa_{1-x}Ta_yNb_{1-y}O_3$ solid solution was observed with $x=0.125$ only.

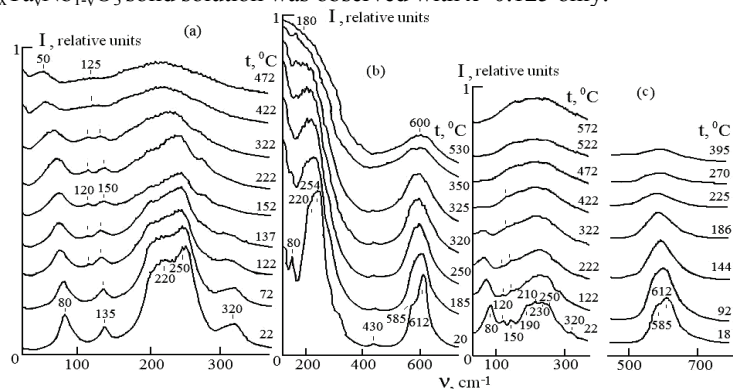


Fig.1. Raman spectra of $Li_{0.12}Na_{0.88}Ta_yNb_{1-y}O_3$ solid solution at different temperatures: (a) – $Li_{0.12}Na_{0.88}NbO_3$; (b) – $Li_{0.12}Na_{0.88}Ta_{0.2}Nb_{0.8}O_3$; (c) – $Li_{0.12}Na_{0.88}Ta_{0.4}Nb_{0.6}O_3$

Таблица 1

Характеристики воздействия колебаний на людей в зависимости от скорости и ускорения гармонических колебаний с амплитудой не более 1 мм

Характеристика воздействия колебаний на людей	Предельное ускорение колебаний W_{max} (мм/с ²) для частот от 1 до 10 Гц	Предельная скорость колебаний V_{max} (мм/с) для частот от 1 до 10 Гц
	вкл.	вкл.
Неощутимы	10	0,16
Слабо ощутимы	40	0,64
Хорошо ощутимы	125	2
Сильно ощутимы (мешают)	400	6,4
Вредны при длительном воздействии	1000	16
Безусловно вредны	Св. 1000	Св. 16

Примечание.

$$A = 0,16 \sqrt{w/n^2},$$

где A – амплитуда или размах колебаний, мм;

v – скорость колебаний, мм/с;

w – ускорение колебаний, мм/с²;

n – частота колебаний, Гц.

распределение масс конструкции и присоединенных к ней конструкций; другие конструктивные характеристики, влияющие на жесткость и массу конструкции;

характеристики прилегающего к строительным конструкциям оборудования с динамическими нагрузками: уровень вибрации на подшипниках, преобладающие направления вибрации, спектр возмущаемых колебаний, состояние предусмотренных проектом деформационных (антивибрационных) швов по периметру действующего оборудования, наличие не предусмотренных проектом жестких связей между каркасами технологического оборудования и строительными конструкциями и т.д.

Для выбора точек и направления вибрации рекомендуется следующая схема измерений:

-вначале регистрируются колебания при каком-то определенном (по возможности наиболее типичном) динамическом воздействии, которые обеспечивают выявление формы колебаний конструкции и спектра частот колебаний;

-в результате выполнения первого этапа измерений следует выделить точки и направления регистрации вибраций, наиболее характерные для данного динамического процесса;

или вышел из строя станок, или близится плановый ремонт оборудования. При широкой номенклатуре изделий «держать в голове» всю информацию по имеющимся на складе материалам, производственным мощностям просто невозможно. «Самописные» системы планирования уже не справляются с новыми задачами управления производством. В этих условиях многие промышленные предприятия обращаются к ERP-системам, в первую очередь к функциональности планирования материальных ресурсов и производственных мощностей, которые включают в себя: разработку общего плана работ по проекту; обучение проектной группы; определение бизнес процессов; проведение этапа реализации (настройка системы, подготовка данных, интеграционное тестирование); подготовка к продуктивному старту системы.

К.т.н., Романченко М.К.

Новосибирский техникум автосервиса и дорожного хозяйства,
г. Новосибирск, Россия

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ КОЛЕБАНИЙ НА ДИНАМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КОНСТРУКЦИЙ

Эксплуатационные динамические нагрузки несущих конструкций, в которых размещено основное и вспомогательное оборудование, как правило, невелики, и вызываемые ими напряжения в элементах конструкций значительно меньше напряжений от статической нагрузки.

Допустимый уровень вибрации этих конструкций определяется не только необходимостью обеспечения несущей способности конструкций при совместном действии статических и динамических нагрузок, но и пределами, которые исключают возможность вредного влияния на людей и технологический процесс.

Количественные характеристики допустимого уровня колебаний для промышленных сооружений при действии колебаний на людей в тяжелых производственных условиях приведены в табл.1.

Качественные оценки характера воздействия колебаний на людей, приведенные в табл.1, могут быть использованы для любых сооружений и условий.

Перед началом измерения вибраций несущих конструкций в целях определения динамического состояния необходимо получить сведения, характеризующие расчетную схему конструкций:

- тип конструкции;
- размеры пролетов и поперечных сечений;
- конструкции узлов соединений элементов;
- конструкции элементов, постоянно дополняющих несущие конструкции (бетонная подготовка под полы и пр.);

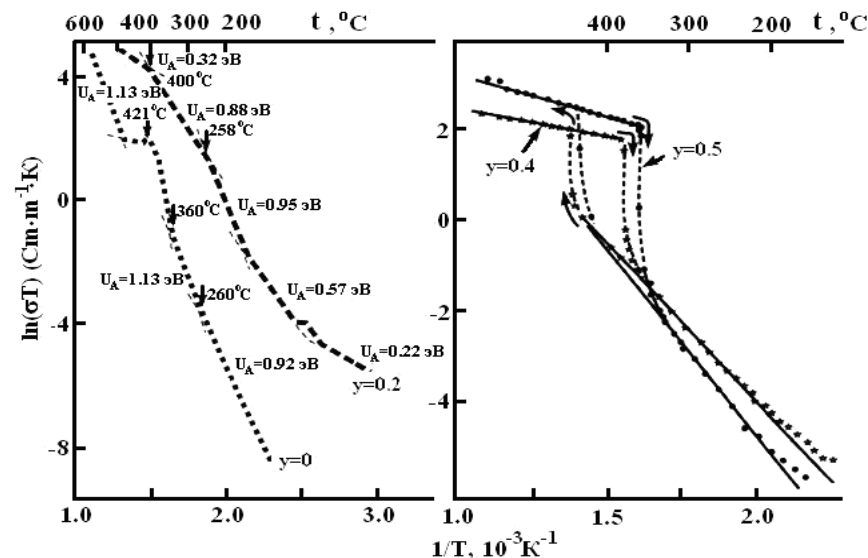


Fig.2. The temperature dependence of the conductivity of $\text{Li}_{0.12}\text{Na}_{0.88}\text{Ta}_y\text{Nb}_{1-y}\text{O}_3$ solid solution with $y = 0, 0.2, 0.4, 0.5$

In the $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_{0.1}\text{Nb}_{0.9}\text{O}_3$ solid solution with $x \sim 0.12$ by Raman spectra the increasing in structural ordering was discovered. It is explained by the proximity of this composition to a particular concentration point ($\text{Li}:\text{Na}=1:7$) where an increasing of degree of a short- and long-range order in the sublattice of an alkali metal is likely to be. Since the degree of short-range order determines significantly the physical properties of a solid solution then the anomalies of the physical properties may correspond to peculiar concentration points. In this case it is the superionic conductivity.

While studying at a room temperature the concentration phase transitions by Raman spectra of $\text{Li}_{0.12}\text{Na}_{0.88}\text{Ta}_y\text{Nb}_{1-y}\text{O}_3$ ($y=0 \div 1$) solid solution it was found that the substitution of niobium ions by tantalum ions with the same radius resulted in structure distortion and the change of the geometry of the oxygen octahedral with tantalum ≥ 0.5 . It is evidenced by the appearance of new lines as well as gaps in the frequencies of certain bands corresponding to oscillations of oxygen octahedra ($500 \div 700 \text{cm}^{-1}$). In addition, when $y \sim 0.55$ the band at 80cm^{-1} accorded to the totally symmetric libration of the oxygen octahedra as a whole disappears and this shows a complete disorientation of the oxygen octahedra in the solid solution structure. Materials with a disordered structure are usually characterized by lower points in the structural phase transition as compared with the materials of an ordered structure. Thus, by reducing a degree of the long-range order in the sublattice of niobium when the latter is substituted by isomorphous tantalum cations a decrease of the phase transition point in antiferro-

electric and superionic states is possible. We can supported it by our investigation of structural arrangements at high temperature in the $\text{Li}_{0.12}\text{Na}_{0.88}\text{Ta}_y\text{Nb}_{1-y}\text{O}_3$ ($y=0.2, 0.4$) solid solutions.

In the Raman spectra from the temperature dependence of the band intensity with frequency $875\text{-}877\text{ cm}^{-1}$ corresponding to the stretching vibrations of oxygen atoms, there discovered morphotropic phase transitions between phases with different symmetry of the unit cell at temperatures $100\text{-}120^\circ\text{C}$. At $\sim 315\text{-}350^\circ\text{C}$ the phase transition from ferroelectric to antiferroelectric was observed. This transition manifests itself in the Raman spectra mainly in disappearance of the band corresponding to the stretching modes of oxygen atoms of the polar axis which is forbidden by the selection rules for centrosymmetric octahedron (fig 3). It was shown that the phase transition given refers to the «order-disorder» type and is caused by the predominant increase in the anharmonicity of cation's vibrations in the octahedral cavities of the structure.

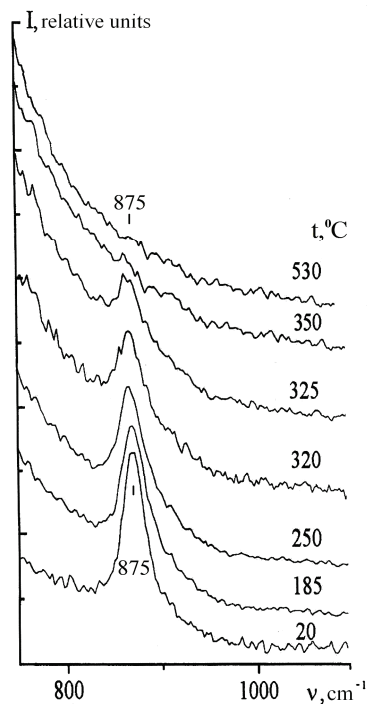


Fig.3. Raman spectra of ceramic $\text{Li}_{0.12}\text{Na}_{0.88}\text{Ta}_{0.2}\text{Nb}_{0.8}\text{O}_3$ solid solution in the region of stretching modes of oxygen atoms B-O-B in the BO_6 octahedral anion at different temperatures

риск, ни заусенцев, ни окалины. Следовательно, детали не нуждаются в дальнейшей обработке.

Из 1200 единиц оборудования, установленных на заводе, значительную часть составляют такие высокопроизводительные автоматы. Они рассчитаны не только на полную производственную мощность в 100 локомотивов в год, но и будут снабжать деталями запланированный к строительству завод электровозов.

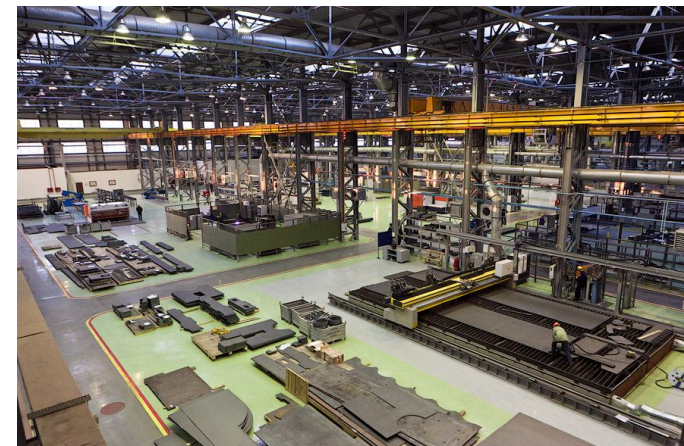


Рисунок 2 – Изготовление деталей

Сейчас локализация сборки составляет 18%, и завод выпускает и собирает платформу и тележки локомотива, а также изготавливает части корпуса локомотива. По контракту с General Electric в 2014 году локализация должна достигнуть 52%. В цехе уже выделена большая площадка для сборки электрооборудования локомотива, пока не занятая оборудованием и рабочими.

В конкурентных рыночных условиях перед промышленными предприятиями встают новые задачи – четкое своевременное выполнение клиентских заказов, управление себестоимостью продукции, снижение издержек и пр.

Каждая компания обладает огромным потенциалом для успешного развития, и ключ к его использованию – эффективная система управления. В каждом предприятии существуют множество проблем.

Современное промышленное предприятие тем или иным образом автоматизирует планирование материальных ресурсов и производства – номенклатуру в тысячи позиций вручную просчитывать невозможно. Однако полностью исключить нештатные ситуации довольно сложно, и периодически приходится оперативно решать множество проблем: как своевременно выполнить заказ, если вовремя не привезли материал или субподрядчики срывают срок поставки,

Жакин А.М., Жуманбаев Н.Н., Смагулова К.К.

Карагандинский государственный технический университет,
Республика Казахстан

К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА. ЧАСТЬ 2

Локомотивосборочный завод города Астаны представляет собой современное высокотехнологичное промышленное предприятие. Его ядро составляет огромный цех, в котором размещены заготовительные, обрабатывающие, сборочные участки, а также главный путь, на котором собираются локомотивы. На нем стоят сразу несколько локомотивов в самой разной стадии сборки: от только что собранной платформы до практически готового локомотива.



Рисунок 1 – Участок сборки локомотивов

Совершенное отсутствие грязи, разливов масла, россыпей стружки и окалины делает завод не похожим на большинство локомотивостроительных предприятий. Вся площадь завода чистая, пол расчерчен на производственные и транспортные зоны, подобно авиазаводам. Отходы производства тут же убираются.

Завод оснащен высокопроизводительной техникой, позволяющей обрабатывать металл с минимальными затратами труда. К примеру, установка лазерной резки металла швейцарского производства может из листа 6 мм за час выкроить до 1000 мелких деталей. Качество обработки высокое, не имеются ни

It was registered by the Raman spectra that the increase in the vibrational anharmonicity of all the cations and the translational mobility of Li^+ cations with temperature substantially simplify misorientation of the oxygen octahedra. It reveals itself in the Raman spectra in the disappearance of the line at 80 cm^{-1} corresponding to the librations of the oxygen octahedra as a whole. In addition, the Raman spectra with the increase of temperature have a significant, preferential in comparison with other lines of the spectrum, broadening and a decrease in intensity of lines in the region of $100\text{-}160\text{ cm}^{-1}$ corresponding to the vibrations of the Li^+ and Na^+ cations in the cuboctahedron and their complete disappearance near the point of the phase transition in the superionic state. This fact, in our opinion, corresponds to the «melting» of the alkali metal sublattice at the phase transition to the superionic state.

ГЕОФИЗИКА

Цхакая К. Г., Капанадзе А. А., Никурадзе Дж. Г.,
Бенидзе О. М., Меладзе В. Д., и Квинтрадзе В. И.
Грузинский технический университет, Грузия

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТЕООБЪЕКТОВ В РЕЖИМЕ РАЗНЕСЕННОГО ПРИЕМА

В представленной статье рассматриваются поляризационные характеристики рассеянного излучения от метеообъектов в режиме разнесенного приема. Определена связь между компонентами рассеянного излучения и размерами облучаемых частиц, а также коэффициента деполяризации как в случае монодисперсного облака, так и для полидисперсного.

1. Введение

Радиолокационный сигнал всегда несет некоторую информацию об отражающем объекте. В зависимости от особенностей применения радиолокационная информация может быть представлена в различном виде. В частности, информация о характере объекта, формирующего эхо-сигнал, может быть получена из анализа его поляризационных характеристик при различных углах рассеяния. В трудах [1, 2] было показано, что наличие в атмосфере произвольно расположенных несферических частиц приводит к появлению деполяризационной компоненты радиолокационного сигнала, т.е. эхо-сигнала, плоскость поляризации которого ортогональна плоскости излучающего поля. Таким образом, деполяризационная компонента несет в себе информацию о форме и ориентации рассеивающих частиц. В частности, этот эффект может быть использован для радиолокационного разделения жидкой и кристаллической фаз в облаках [3]. Рассеяние радиоволн от метеообразований в случае совмещения передающей и приемной антенн исследовано достаточно подробно как экспериментально, так и теоретически. Однако рассеяние радиоволн при бистатистическом приеме изучено недостаточно.

2. Основная часть

В связи с вышеуказанным в работе решена задача определения поляризационных характеристик сигнала не только при обратном, но и произвольных углах рассеяния. С этой целью были вычислены интенсивности деполяризации сигнала под разными углами сферическими частицами малых и больших размеров. Задача решалась как для монодисперсных, так и полидисперсных облаков. Расчеты проводились по полным формулам $M_i \rho = 2 \pi k / \lambda > 0.13$ от 0.10 до 2.60 с шагом $\Delta \rho = 0.01$ и углом рассеяния β от 0 до 180° с шагом $\Delta \beta = 10^\circ$ [1, 2].

компании General Electric – организация производства тепловозов серии «Evolution». Проектная мощность завода составляет 100 грузовых магистральных локомотивов в год.

В 2009 году состоялась торжественная церемония выпуска первого тепловоза серии «Evolution». В конце октября 2011 года с конвейера казахстанского завода сошел тепловоз с дорожным номером 0100.

В целях повышения рентабельности на предприятии активно ведется работа по увеличению доли казахстанского содержания в продукции завода. На начальном этапе процесс производства был просто «отверточным» – велась лишь просто сборка из запчастей. Сегодня уже полностью освоено изготовление платформы локомотива и ряда других комплектующих. Так же в текущем году планируется освоить выпуск дизельных и генераторных отсеков. А в течение ближайшего времени здесь будет окончательно налажен процесс сборки кабины тепловоза. В перспективе у казахстанских и российских товаропроизводителей планируется приобретение трубной, электрокабельной, крепежной продукции, тормозных резервуаров, электротехнических изделий. С освоением производства рамы тележек вырастет потребность в металлопрокате, заводу понадобится крупное литье – колесные диски и оси. Постоянно будет расти спрос на лакокрасочную продукцию, специальные жидкости, дизельное масло и дизельное топливо. Все это будет делаться для того, чтобы довести уровень казахстанской составляющей в производстве не менее чем до 50%.

Именно поэтому в производстве используется оборудование, которое могут предоставить лидеры мирового станкостроения. Дробеметная камера очищает металл с двух сторон; загибочное оборудование придает детали любую форму; для резки самых разных видов металла толщиной от 80 до 4 мм различной плотности используются станки газовой, плазменной и лазерной резки немецкого и швейцарского производства; в общей сложности, на сегодняшний день, на балансе предприятия закреплено более 1200 единиц различного оборудования.

Одним из основных направлений работы предприятия является экспорт. Потенциальными покупателями казахстанского локомотива являются железнодорожные администрации и частные операторы всего пространства колеи 1520. Благодаря техническим характеристикам выпускаемого тепловоза, мощности, экономичности в использовании, соответствию всем международным экологическим стандартам, компании Таджикистана, Латвии, Эстонии, Монголии и др. стран проявляют живую заинтересованность в приобретении грузового тепловоза, произведенного в Казахстане.

ТРАНСПОРТЪТ

Жакин А.М., Жуманбаев Н.Н., Смагулова К.К.

Карагандинский государственный технический университет,
Республика Казахстан

К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА. ЧАСТЬ 1

Железнодорожный транспорт является важнейшей составляющей производственной инфраструктуры Республики Казахстан. В силу географических особенностей – отсутствия прямого выхода к морю и судоходных рек, обширности территории, сырьевой структуры производства и размещения производительных сил, неразвитости автотранспортной инфраструктуры – железнодорожный транспорт играет исключительно важную роль в экономике страны.

В наследство от распавшегося Советского союза Казахстан получил действующую и в целом довольно развитую железнодорожную сеть. Однако, все необходимое для железных дорог осталось далеко за пределами. Наряду с этим, парк подвижного состава не обновлялся еще с 70-х годов прошлого века. Следовательно, выход из строя устаревшего подвижного состава не заставило себя ждать и на данный момент опережает темпы обновления. Дефицит железнодорожного транспорта может привести к высокому физическому износу в отрасли, что влечет за собой риск потери технологической устойчивости транспорта.

Поэтому, в стране разработана и реализуется Транспортная стратегия Казахстана до 2015 года. Ее цель – модернизация всей транспортной системы и эффективная интеграция республики в мировую экономику. В частности, планируется построить около 1600 км новых и электрифицировать 2700 км уже существующих железнодорожных участков.

Продолжая трансферт мировых технологий, АО «Қазақстан Темір Жолы» разворачивает проекты по производству грузовых электровозов и пассажирских тепловозов в Астане, крупного вагонного литья в Усть-Каменогорске, рельсов в Караганде и т.д.

Завод по сборке тепловозов серии «Evolution» является одним из многочисленных проектов отечественного машиностроения в рамках госпрограммы форсированного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан. Целью данного проекта является удовлетворение потребности железнодорожной отрасли Республики Казахстан и стран Ближнего зарубежья в современных магистральных локомотивах, а также создание нового направления в отечественном локомотивостроении на базе технологии

Анализ полученных зависимостей показывает, что если малые сферические частицы облучаются линейно-поляризованной волной, то отраженный сигнал сохраняет такую же линейную поляризацию по всем направлениям рассеяния от 0 до 180°. Если размеры рассеивающих частиц окажутся больше релеевских, то рассеянное поле в общем случае будет уже эллиптически поляризованным, и в отраженной волне появится компонента сигнала, ортогональная плоскости первичной волны.

При углах рассеяния, отличающихся от 0 и 180°, будет иметь место деполяризация сигнала. При заданном уровне собственной деполяризации антенной системы – 30 дБ будут обнаруживаться частицы с $\rho \geq 0.13$. Увеличение размеров частиц приводит к увеличению относительного коэффициента деполяризации. Например, частицы с $\rho = 1.7$ будут превышать этот уровень более, чем в 100-раз.

При наблюдении градовых облаков коэффициент деполяризации для града достигает значений – 10 ÷ – 12 дБ, в то время, как при углах около 100° максимальные значения коэффициента деполяризации достигают – 2 ÷ – 4 дБ. Это соответствует размеру $r = 1$ см. Для сильного дождя коэффициент деполяризации под углом 180° принимает значения – 18 дБ, тогда как под углом $\beta = 100^\circ$ его величина возрастает до – 14 ÷ – 16 дБ. Это соответствует размеру $r = 0.25$ см. Такой рост относительного коэффициента деполяризации говорит о том, что роль града в формировании эхо-сигнала больше, чем крупных дождевых капель.

3. Заключение

Полученные результаты указывают на сильную зависимость относительного коэффициента деполяризации рассеянного сигнала от размеров частиц, причем для монодисперсного облака эта связь однозначна. Аналогичная зависимость имеет место и для полидисперсного облака.

Выявленные таким образом экспериментальные зависимости хорошо согласуются с результатами теоретических расчетов и тем самым определяют количественные критерии, связывающие параметры сигнала с фазовым состоянием и формой отражающих частиц. Эти критерии были положены в основу радиолокационных исследований структуры и эволюции облаков.

Литература:

1. К. Г. Цхакая, А. Б. Шупяцкий. Применение деполяризации радиолокационного сигнала для исследования микроструктуры облаков и осадков. Изв. АН СССР, ФАО, № 11, 1973.
2. К. Г. Цхакая, А. Б. Шупяцкий. Экспериментальные исследования поляризационных характеристик сигнала при рассеянии радиоволн атмосферными частицами в режиме разнесенного приема. Метеорология и гидрология, № 3, 1974.
3. К. Г. Цхакая, А. Б. Шупяцкий и др. Бистатистический контроль аэрозолей в факеле промышленных выбросов. Российско-Канадский семинар «Моделирование атмосферного переноса загрязнений при террористических актах, взрывах и пожарах». Москва, МГУ, 2006.

ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛУРГИЯТА

К.х.н. Каримова Л.М., Кайралапов Е.Т.,
д.т.н. Жумашев К., Малашкевичуте Е.И.*

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,

*Карагандинский Государственный Технический Университет, Казахстан

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ СУШКИ ГРАНУЛИРОВАННОГО ЧЕРНОВОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Концентрат характеризуется высокой степенью дисперсности. Поэтому необходимо получить на стадии окатывания такие гранул, которые соответствуют по свойствам основному условию – достижению при обжиге высокого извлечения ценных компонентов.

Целью наших исследований явилось изучение режима обезвоживания с максимально полным удалением не только физической, но и конституционной влаги окатышей из черного медно-молибденового концентрата месторождения «Гастау» химический состав которого приведен в табл. 1.

Таблица 1.

Содержание основных компонентов в концентрате, %

<i>Cu</i>	<i>S</i>	<i>Fe</i>	<i>CaO</i>	<i>Na₂O</i>	<i>K₂O</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Mo</i>
7,91	9,51	15,15	12,58	0,82	2,07	28,76	7,90	0,13

Концентрат окатывали на лабораторном грануляторе с диаметром чаши 0,4 м, высотой борта 0,15 м при скорости вращения 20 об/мин и подаче связующего разбрызгиванием. Концентрация лигносульфоната 1,05 г/см³ в 2 раза меньше, чем используется на практике медеплавильных заводов.

Для определения оптимальных условий сушки гранул были проведены опыты на основе математического планирования эксперимента по методу [1]. Изучали влияние температуры (*t*, °С), продолжительности сушки (*τ*, мин), расхода воздуха (*V*, см³/с), размера гранул (*d*, мм).

При исследовании опытов определяли:

а) Количество воды (относительная убыль массы влажных гранул), перешедшей в газ в условиях опытов (*W₁*):

$$W_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100\%}{m_1}, \quad (1)$$

где *m₁* и *m₂* – масса исходных влажных и подсушенных в опыте гранул;

Установлено, что глубина наклепа *h_n*, рассчитанная по формуле (3), с достаточной для практики точностью совпадает с опытными данными и расхождение составляет 8,5-14,3% при дробеструйной обработке титановых сплавов твердостью *HV* = 3000 Н/мм² стальными шариками диаметром *D*=0,5-2,5 мм со скоростью *g₀*=65 м/с при кратности отпечатка *N* = 2.

Таким образом, приведенная сходимость результатов расчетного и экспериментального значений глубины наклону *h_n* подтверждает корректность принятой модели контактного взаимодействия при дробеударном упрочнении, а также методики расчета глубины *h_n*, являющейся одним из основных параметров качества поверхностного слоя, ответственной за комплекс эксплуатационных показателей деталей машин и механизмов. Возможность определения параметров поверхностного слоя на стадии проектирования технологических процессов изготовления деталей рабочих органов машин является основой для прогнозирования надежности и долговечности изделий в зависимости от режимов и условий обработки, а также физико-механических свойств конструкционных материалов.

произвольного диаметра D с плоской поверхностью стального бруса в зависимости от глубины h и диаметра d остаточного (восстановленного) отпечатка. Естественно, данный метод требует трудоемкого и тщательного экспериментального определения параметров отпечатка. Необходимо отметить, что равенство диаметров отпечатка при динамических процессах (ударном вдавливании шарика) и статическом вдавливании практически формирует одинаковую глубину наклепанной зоны. Ценность данного экспериментального факта состоит в том, что зависимость глубины наклепа от различных параметров при статическом вдавливании может быть использована и для анализа ударного нагружения.

Известные зависимости между диаметром d отпечатка и нагрузкой P на шарик при его внедрении в упругую и пластическую зоны соответствуют уравнениям Герца и Мейера, справедливые для изотропных тел, подчиняющихся закону Гука.

Процессы ППД протекают в более сложных условиях, поэтому упомянутые зависимости, отражая основные силовые соотношения при статическом контактировании твердых тел, имеют ограниченное применение при ударном пластическом деформировании. Сделав допущение о том, что среднее давление сопротивления внедрению или среднее давление течения (предел текучести σ_T) на поверхности контактирования остается постоянным, можно процесс соударения недеформируемого сферического индентора с более мягкой металлической поверхностью описать аналитически:

$$P = \pi \sigma_T (2Rh - h^2), \quad (1)$$

где R - радиус индентора (шарика); h - глубина отпечатка.

Пренебрегая величиной h^2 ввиду малой глубины h внедрения по отношению к диаметру D , через уравнение движения шарика в обрабатываемой среде получим формулу для расчета максимального внедрения (сжатия) сферического индентора:

$$h = g_0 \sqrt{\frac{m}{\pi D \sigma_T}}, \quad (2)$$

где g_0 - начальная скорость удара дроби; m - масса дроби.

Выразив максимальную силу удара P через начальную кинетическую энергию $W_0 = m g_0^2 / 2$ удара дроби по плоской поверхности, получим зависимость для глубины наклепа

$$h_u = \sqrt[4]{\frac{\pi W_0}{2 \sigma_T}}. \quad (3)$$

б) Количество воды, удаляемое в ходе досушивания гранул при 105°C (W_2)

$$W_2 = \frac{(m_2 - m_3) \cdot 100\%}{m_1}, \quad (2)$$

где m_3 – масса удаленной воды при досушивании;

в) Суммарное количество воды, перешедшее в газовую фазу на обоих стадиях (W_3):

$$W_3 = \frac{(m_1 - m_3) \cdot 100\%}{m_1}. \quad (3)$$

При этом

$$W_3 = W_1 + W_2, \%$$

Степень обезвоживания гранул (α) рассчитывали по соотношению [2]:

$$\alpha = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100\%}{m_1 - m'_3} = \frac{W_1 \cdot 100\%}{W_{3\max}},$$

где $W_{3\max}$ – предельное количество воды, которое может быть удалено в процессе термообработки материала при 210°C , m'_3 – масса удаленной воды при этой температуре.

Получены частные зависимости относительной убыли массы гранул после сушки (W_1) и после их досушивания при 105°C (W_3) и степени обезвоживания гранул (α) от заданных факторов (рисунок 1, 2).

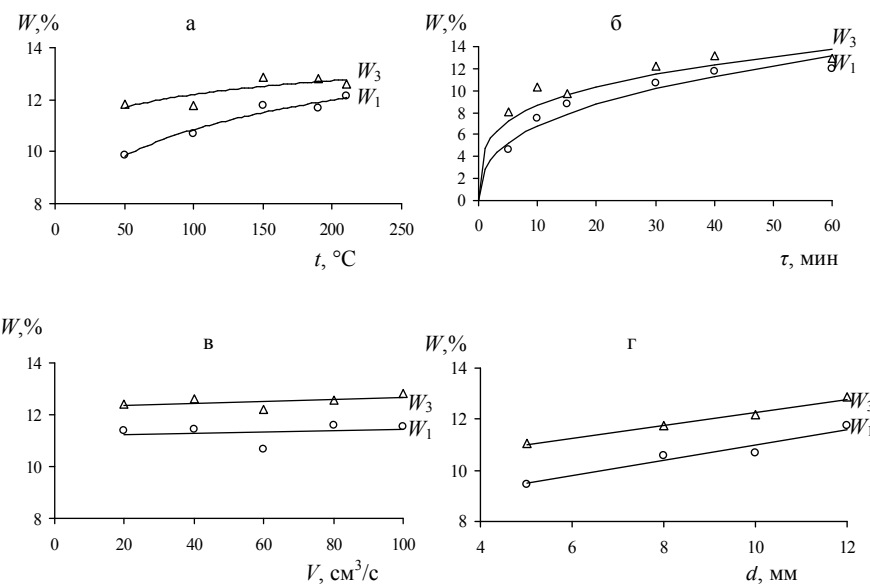


Рисунок 1. Зависимости относительной убыли массы гранул после сушки (W_1) и после их досушивания при 105°C (W_3)

Как следует из этих зависимостей, на W_1 влияют температура и время термообработки. При варьировании скорости воздуха в принятом интервале убыль массы гранул остается неизменной, что указывает на кинетический режим процесса сушки.

По мере увеличения размера гранул увеличивается и количество влаги, присутствующей в гранулах. Эти эффекты обусловлены изменением размера гранул за счет увеличения площадей сечения последних. С другой стороны, облегчается диффузия паров воды из центра гранул наружу, возрастает убыль их массы при нагревании. Однако в крупных гранулах, возможно, происходит растрескивание, за счет чего и происходит дополнительное удаление влаги.

Зависимость W_1 от времени характеризуется наличием крутого (первые 10 мин) и пологого (после 10 мин) участков. То есть наибольшая часть влаги удаляется из материала в первые 10 мин ведения процесса.

Полученные частные зависимости W_3 от варьируемых факторов практически повторяют по форме одноименные зависимости W_1 . Это подтверждает суждение о том, что значительное влияние на формирование функций W_1 и W_3 оказывают процессы удаления химически связанной влаги.

Согласно соотношению (3) W_3 равно сумме W_1 и W_2 . То есть W_3 при отсутствии химических превращений в ходе нагревания должно быть равно влажности исходного материала (содержанию в нем несвязанной воды).

Величина влажности последнего не зависит от условий термообработки материала. Значение W_3 должно быть неизменным. Несоблюдение этого условия свидетельствует о протекании процессов разложения гидратированных соединений. Только в данном случае W_3 может зависеть от температуры.

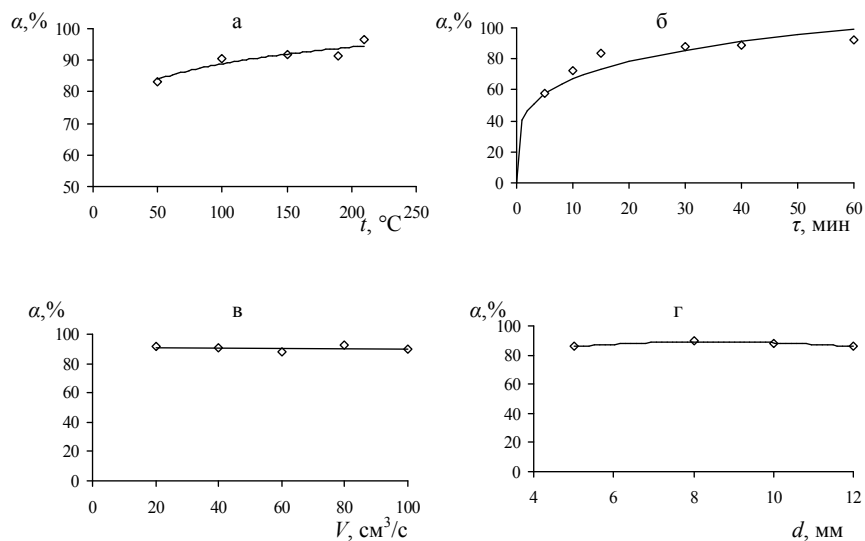


Рисунок 2. Зависимости степени обезвоживания гранул от изучаемых факторов

стных микротрещин. Качество поверхностного слоя деталей характеризуется комплексом физико-механических и геометрических параметров: шероховатость обработанной поверхности, степень и глубина деформационного упрочнения, технологические остаточные макронапряжения.

Имеется большой объем экспериментальных исследований влияния условий и режимов механической обработки на качественные показатели поверхностного слоя деталей, от которых в значительной степени зависят долговечность и сопротивление усталости изделий при действии знакопеременных нагрузок. Если методы окончательной размерной обработки (тонкое точение и шлифование, хонингование, суперфиниширование и др.) не обеспечивают требования по износостойкости и усталостной прочности деталей, то необходимо применять методы поверхностно-пластического деформирования (ППД), которые способны устранять различные дефекты от предыдущей механической обработки и создать качественный поверхностный слой, например, благоприятное сжимающее остаточное напряженное состояние.

Совершенствование экспериментальных методов исследования параметров качества поверхностного слоя (металлографический, рентгенографический, декорирование дислокаций, рекристаллизационный отжиг) и широкое внедрение в расчетную практику научно обоснованных методов определения основных качественных показателей состояния поверхностного слоя создают надежную основу для разработки прогнозной оценки долговечности и усталостной прочности ответственных деталей машин на этапе их проектирования.

Дробеударная обработка деталей машин относится к простому и одновременно эффективному методу отделочно-упрочняющей обработки, которая обеспечивает повышение долговечности, циклической прочности и надежности изделий машиностроения. В результате контактного ударного взаимодействия дроби с обрабатываемой поверхностью и необратимого изменения физико-механических свойств поверхностного слоя (деформационное упрочнение и формирование сжимающих остаточных напряжений), образования поверхности с меньшей шероховатостью и улучшения микропрофиля, а также повышения структурной однородности существенно увеличивается несущая способность элементов конструкций и деталей. Особенно это заметно при действии циклической нагрузки, имеющей часто ударный характер, например, для деталей кулачковых механизмов на бесчелюстных ткацких станках, зубьев пильных дисков для машин первичной обработки хлопка и др.

Глубина h_n деформационного упрочнения или наклепа при дробеударной обработке оказывает доминирующее влияние на эксплуатационные свойства деталей машин и большинством исследователей рассчитывается как глубина распространения пластических деформаций, зависящая от нормальной силы P деформирования (сила вдавливания) и предела текучести σ_T обрабатываемого материала.

Определение глубина распространения пластических деформаций возможно по параметрам отпечатка при упругопластическом контакте дроби

Регулируемый калибр-пробка содержит корпус 1, ось 2, на которой расположены лепестковые прихваты 3 и 4. В лепестках 5 одного из прихватов выполнены отверстия 6 для доступа отвертки к шлицам 7 штифтов 8. На средней части штифтов 8 выполнена резьба, а концы имеют цилиндрические поверхности 9, эксцентрично смещенные на величину e относительно их оси. Штифты ввернуты в резьбовые отверстия диска 10. На концах штифтов 8 надеты рабочие элементы 11 из изношенных стандартных сменных многогранных твердосплавных пластин шестигранной формы по ГОСТ 19047-80.

При заворачивании оси 2 в резьбовое отверстие корпуса 1 происходит закрепление рабочих элементов 11 лепестками 5 прихватов 3 и 4. Упругие лепестки 5 прихватов выполняют роль компенсаторов при установке рабочих элементов 11. Рабочими элементами являются сменные многогранные пластины разной толщины.

Настройку калибра производят следующим образом. При повороте штифтов 8 отверткой, вставленное через отверстие 6 в шлицы 7, происходит перемещение рабочих элементов 11 в радиальном направлении до упора с эталоном, увеличивая диаметр калибра.

Повысить стойкость калибров, применяемых при измерении деталей из чугуна или абразивных материалов, позволяет нанесение на их рабочую часть алмазного слоя 2...3 мкм.

Таким образом, оснащение предельных контрольных калибров износостойкими материалами позволяет значительно повысить стойкость и сократить производственные расходы в точном машиностроении и приборостроении.

Литература:

1. Патент. 2143662 Россия, G-01B 3/26. Регулируемый калибр-пробка / Ю.П. Бурочкин и др.
2. ГОСТ 19047-80 Сменные многогранные твердосплавные пластины шестигранной формы.

Шин И.Г., Джураев А.Д.

Институт текстильной и легкой промышленности, г.Ташкент, Республика Узбекистан

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ НАКЛЕПА ПРИ ДРОБЕУДАРНОМ УПРОЧНЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Высокая ответственность финишных операций механической обработки деталей машин и механизмов заключается в технологическом обеспечении требуемого качества их поверхностного слоя, в котором, как правило, возникают разрушительные процессы в виде износа контактных микрообъемов и усталого

Предельное изменение массы влажных гранул той же фракции при 210 °С (210 °С – верхняя граница температуры) W_{210} равно:

$$W_{210} = \frac{(m'_1 - m'_3) \cdot 100}{m'_1} = 12,84,$$

где штрих относится к массе гранул после их термообработки при 210 °С.

Дополнительная потеря массы обусловлена разложением рассматриваемых соединений: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ до $CuSO_4 \cdot H_2O$ при 150 °С, а $Zn(OH)_2$ до оксидов при 125 °С.

Таким образом, саму процедуру определения W_3 можно рассматривать как способ уточнения механизма обезвоживания материала и определения вклада, вносимого химическими реакциями в итоговые результаты процесса.

Согласно [1] обобщенное уравнение по центральному (α) для всех функций условию: $t = 100$ °С, $\tau = 30$ мин, $d = 10$ мм, $V = 60$ см³/с, значение $W_{1, \alpha} = 10,69\%$ и $\alpha_{\alpha} = 87,86\%$ выразятся как

$$W_1 = 8,74 \cdot 10^{-3} (5,585t^{0,1442})(2,914t^{0,37})(0,3027d + 7,9622), \quad (4)$$

$$\alpha = 1,3 \cdot 10^{-4} (62,232t^{0,0772})(40,135\tau^{0,2218})(0,8275d - 0,0098d^2 + 82,161), \quad (5)$$

При сопоставлении результатов эксперимента и расчета нашли значения коэффициента корреляции для относительной убыли массы и степени обезвоживания гранул после сушки $R=0,9455$, $t_R=32,140>2$, $R=0,9393$, $t_R=28,750>2$ соответственно, что подтверждает адекватность описания данных эксперимента настоящим уравнением.

Сушку материала в промышленном аппарате рекомендуется вести при 150-180 °С, а достаточным временем пребывания материала в этом аппарате можно считать 20-30 мин. Так, расчет по полученным уравнениям показывает, что при условиях ведения процесса: $t = 180$ °С, $\tau = 20$ мин, контролируемые показатели равны: $W_1=10,014\%$, $\alpha=84,031\%$.

Полученные данные могут быть использованы для выбора типа конструкции и размеров сушильного аппарата.

Литература:

1. Мальшев В.П. Математическое описание результатов многофакторного эксперимента, проведенного по методу Зейделя-Гаусса // Вестник АН КазССР. – 1978. – № 4. – С. 31–38.
2. Беляев С.В., Оралов Т.А., Мальшев В.П. О методе расчета степени обезвоживания при термообработке материала в печи с наклонной газораспределительной решеткой // Комплексное использование минерального сырья. – 1994. – № 2. – С. 80–83.

Федорова М.В., студентка ДНУ ім. О. Гончара
 Андрєв В.В., аспірант НМетАУ
 Леднянський О.Ф., к.т.н., доц. ДНУ ім. О. Гончара
 Бондаренко О.В., к.т.н., доц. ДНУ ім. О. Гончара

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВАРЮВАНІСТІ ЛИСТОВИХ ЗРАЗКІВ ЗІ СПЛАВУ 01570

Проведено дослідження зварюваності листового прокату зі сплаву 01570. Показано, що сплав системи Al-Mg-Sc 01570 задовільно зварюються аргонодуговим та електронно-променевим методом зварювання. Встановлена наявність великої кількості пор в структурі зварного шва, отриманого аргонодуговим методом. Також показано, що структура зварного шва, отриманого електронно-променевим методом зварювання більш однорідна та менш дефектна.

Проведено дослідження зварюваності листового прокату зі сплаву 01570. Показано, що сплав системи Al-Mg-Sc 01570 задовільно зварюються аргонодуговим та електронно-променевим методом зварювання. Встановлено наявність великої кількості пор в структурі зварного шва, отриманого аргонодуговим методом. Також показано, що структура зварного шва, отриманого електронно-променевим методом зварювання більш однорідна та менш дефектна.

Відомо, що збільшення вмісту магнію більше 7% в сплавах системи Al-Mg призводить до зниження їх корозійної стійкості. Холодна деформація – викликає помітне зниження пластичності. Крім того, зміцнений матеріал знеміцнюється при зварюванні. Збільшення вмісту марганцю в сплавах цієї системи дозволяє підвищити міцність пресованих напівфабрикатів, проте це не вирішує проблеми для листової продукції [1].

В даний час перспективним напрямком, при вирішенні проблеми підвищення технологічних характеристик сплавів на основі системи Al-Mg, є додаткове легування даних сплавів перехідними металами, серед яких – скандій [2, 3 та інш.].

Найбільшого поширення серед цих сплавів отримав сплав 01570, що містить ~ 6% Mg, 0,3-0,5% Sc, а також добавки Mn, Cu, Zn та інших елементів. Подібно до всіх термічно незміцнюємих сплавів на основі системи Al-Mg сплав 01570 має добру зварюваність. Для вивчення можливості виробництва в Україні сплаву 01570 необхідно дослідити технологічні процеси отримання гарячедеформованих напівфабрикатів та зварних з'єднань із них.

В роботі [4] автор вказує, що наявність скандію надає значний модифікуючий вплив на структуру зварного шва. Зварний шов виходить щільним, дрібно-

ментов. Повышение износостойкости придельных калибров выступает задачей большого производственного значения.

Калибры – бесшкальные измерительные инструменты, предназначенные для контроля размеров элементов деталей, их геометрической формы и взаимного расположения.

С помощью калибров нельзя определить действительные размеры элементов деталей. Задачей контрольных функций калибров является установление соответствия действительных размеров элементов деталей их предельным значениям, проставленным в рабочих чертежах, на основе чего делаются выводы о годности или негодности детали по ее контролируемому параметру.

Методы контроля делят на активные и пассивные. При активных методах контролируют ход технологического процесса, производя по результатам контроля подналадки процесса обработки с целью недопущения появления бракованных деталей. При пассивных методах контроля, осуществляемых предельными калибрами, при различных видах технического контроля констатируют годность или негодность изготовленных деталей.

Эффективным способом повышения износостойкости калибров является оснащения их рабочих поверхностей твердосплавными элементами или алмазоподобными покрытиями. До последнего времени предельные калибры, оснащенные твердосплавными элементами не нашли еще широкого применения в различных отраслях промышленности вследствие дефицита твердого сплава, а также большой трудоемкости изготовления.

Для контроля отверстий размеров в пределах 30...50 мм, был разработан сборный регулируемый калибр – пробка, оснащенная твердосплавными СМП (рис. 1).

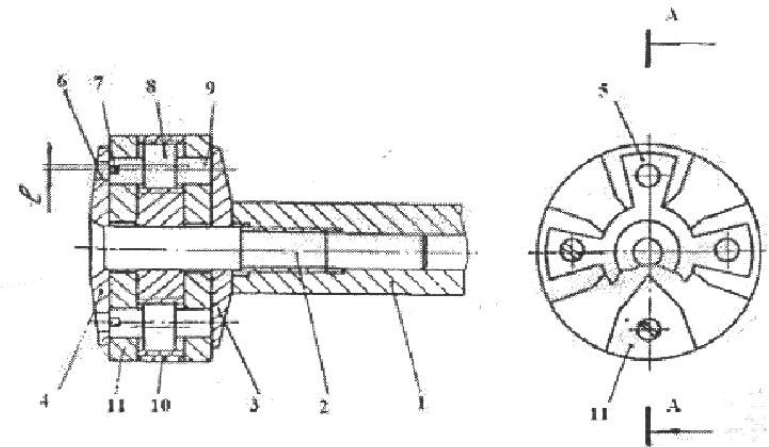


Рис. 1 Сборный регулируемый калибр – пробка

15. Стикувальні поверхні унікальних вузлів повинні по можливості виконуватися однаковими.

16. Не допускається об'єднувати вузли з різними характеристиками зношування.

17. Ступінь взаємозамінності поверхонь деталей і вузлів виробу, що сполучаються, повинен виключати необхідність проведення механічної обробки і приганяльних робіт при складанні.

18. Конструкція окремих вузлів і всього виробу в цілому повинна забезпечувати кінематичну замкненість, яка запобігає можливості розпадання останнього на частини в процесі маніпулювання. Для маніпулювання кінематичними розізнаними вузлами треба використовувати спеціальні затискні пристрої або фальшдеталі, створюючи тимчасові кінематичні зв'язки.

19. Базова деталь в складальній одиниці повинна фіксуватися таким чином, щоб при її з'єднанні з іншими деталями не виникало змін її первинного положення.

Література:

1. Лапковський С.В., Попов Д.Є, Солдатова М.О. Технологічність деталей в умовах автоматизованого виробництва// Вестник Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт»: Машиностроение/ – К.: НТУУ «КПИ», 2010. – № 58, С. 103 – 108.

2. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы: В 14 кн.: Кн. 13. В.Н. Давыгора. ГПС для сборочных работ. Практ. пособие/ Под ред. Б.И. Черпакова. – М.: Высш. шк., 1989. – 110 с.

3. Лебедевский М.С., Федотов А.И. Автоматизация в промышленности. – Л.: Лениздат, 1976. – 252 с.

4. Робототехнические системы в сборочном производстве/ Под ред. Е.В. Пашкова. – К.: Вища школа, 1987. – 272 с.

Бурочкин Ю.П., Андрюхина Т.Н.

Самарский государственный технический университет, Россия

ПРЕДЕЛЬНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ КАЛИБРЫ

В машиностроении годность различных деталей наиболее часто проверяют предельными калибрами. При активном контроле разных деталей из разных материалов требуется значительно е количество предельных калибров – пробок. Особо актуально стоит вопрос об износостойкости стальных калибров, применяемых в точном машиностроении и приборостроении, где допуск на износ, например, калибров – пробок составляет 1,5...2 мкм, что увеличивает расход калибров и одновременно увеличивает трудоемкость изготовления этих инстру-

зернистым, стійким проти гарячих тріщин. Однак з роботи залишається не зрозумілим, за яких технологічних параметрів і умов проводилось зварювання зразків з даного сплаву.

В роботі [5] автори провели експериментальні дослідження зі зварювання сплаву 01570 двома способами, перший, вольфрамовим електродом в середовищі інертного газу, і другий, за допомогою зварювання тертя з перемішуванням. Як видно з досліджень, позитивний вплив скандію на структуру і властивості зварного шва підтверджується. Проте з роботи також залишаються невідомими оптимальні технологічні параметри проведення процесу зварювання які необхідні для досягнення зазначених характеристик.

На підставі вище викладеного можна зробити висновок, що визначення оптимальних технологічних параметрів процесу зварювання сплавів системи Al-Mg, додатково легованих скандієм, на даний час є актуальною проблемою.

Метою даної роботи є експериментальне дослідження мікро- та макроструктури зварного шва заготовок зі сплаву 01570 отриманого аргонодуговим зварюванням із застосуванням вольфрамового електрода, що не розплавляється, і електронно-променевим зварюванням.

Для досліджень вихідними заготовками виступали прокатані листові заготовки, отримані в ході проведення експериментальних досліджень в роботі [6], товщиною 2 мм. Зварювання отриманих листів відбувалося встик. На рисунку 1 наведено загальний вигляд зварних швів зразків із сплаву 01570.



Рисунок 1 – Загальний вид зварного шва заготовок зі сплаву 01570

Зразок типу №1 зварювали ручним аргонодуговим зварюванням вольфрамовим електродом, що не плавиться. Сила струму $I_D = 80-100$ А, швидкість зварювання – 5-8 м/год. Присадочний матеріал – частина зразка зі сплаву 01570, яка відрізана від основного матеріалу, розмірами 2,0×2,0 мм.

Зразок типу № 2 зварювали ручним аргонодуговим зварюванням вольфрамовим електродом, що не плавиться. Сила струму $I_D = 80-100$ А, швидкість зварювання – 5-8 м/год. Присадочний матеріал – АМг6, \varnothing 2,5 мм (присадочна проволочка).

Зразок типу № 3 зварювали електронно-променевим зварюванням. Установка ЭЛУ-4, прискорююча напруга – 27 кВ, струм фокусування – 75 мА, частота модуляції – 20 Гц. Промінь модульований, тому що імпульсний режим сприяє кращому руйнуванню оксидної плівки на поверхні матеріалу.

Для подальших досліджень на зразках підготували шліфи. Результати досліджень представлені на рисунках (рис. 2 – 6)

Травлення проводили в розчині HClO_4 в етиловому спирті. Для дослідження мікроструктури поліровані зразки травили в розчині, призначеному для виявлення границь зерен в алюмінієвих сплавах з високим вмістом Mg. Склад розчину: 12 мл HF + 2 мл HNO_3 + 6 мл HCl + 100 мл H_2O . Тривалість травлення – 10 хвилин. Шліфи полірували в водному розчині NaOH . Тривалість полірування 1 хв. при температурі розчину 70°C .

Після полірування в розчині лугу шліфи полірували електролітичним методом 2-4 с з густиною струму $j=1 \frac{\text{A}}{\text{cm}^2}$; в якості електроліту використовували водний розчин хлорнуватистої кислоти (HClO_4).

Наступний етап – електролітичне травлення в тому ж самому електроліті при густині струму приблизно $0,2 - 0,5 \frac{\text{A}}{\text{cm}^2}$ та тривалості травлення 1-2 с.

Після травлення чітко виявлено зону зварного шва. Також помітні «хвилі» металу, що утворились під час твердіння за напрямком тепловідводу. При візуальному огляді помітні пори у зоні шва, що підтверджено мікроструктурним аналізом.



Рисунок 2 – Макрошліф зразка № 1 (×8)



Рисунок 3 – Мікрошліф зразка № 1 (×300)

трукції складальних одиниць, аналогічно як і до конструкцій деталей [1], в умовах автоматизованого складального виробництва, ставляться наступні вимоги.

1. Складальна одиниця повинна складатися з оптимальної кількості деталей.

Проте яких-небудь «строгих вказівок» про кількість деталей, що становлять складальну одиницю, не існує. Так в одному літературному джерелі вказується, що деталей в складальній одиниці повинне бути 4...12 [2], в іншому літературному джерелі – 4...7 [3], в третьому – не більше 15...20 деталей [4].

Скорочення числа деталей (на 10...30%) досягають:

- заміною декількох деталей однією;
- виключенням декількох деталей;
- раціоналізацією конструкції виробу.

2. Складальна одиниця повинна забезпечувати концентрацію операційних переходів.

3. Складальна одиниця повинна забезпечувати застосування групових технологічних процесів.

4. Конструкція складальної одиниці повинна передбачати найкращий доступ до деталей складальної одиниці.

5. Конструкція складальної одиниці повинна мати раціональне розташування мінімальної кількості поверхонь або деталей, що сполучаються.

6. Типи з'єднань деталей в складальній одиниці повинні бути простими і легко виконуваними.

7. Конструкція складальної одиниці повинна забезпечувати дотримання принципу послідовності складання, тобто, відсутність проміжного розбирання або інших додаткових робіт.

8. Для кожної складальної одиниці кількість з'єднань з іншими складальними одиницями повинна бути мінімальною.

9. Кількість кінематичних пар і їх класи повинні бути підібрані таким чином, щоб забезпечувалося мінімальне число можливих рухів сполучення.

10. Конструкція складальної одиниці повинна передбачати можливість застосування мінімального числа одночасно працюючих маніпуляторів. Так 10...12% сполучень виконується по плоских поверхнях, близько 10% – по циліндрових і конічних. Для реалізації вказаних сполучень частіше за все необхідний один поступальний рух. Від 20 до 25% сполучень виконується по різьбових поверхнях, що вже вимагає комбінованого руху.

11. Бажано, щоб при складанні рухи сполучення виконувалися з мінімального числа координатних напрямів, краще всього, з одного, а саме, зверху вниз.

12. При багатократному центруванні деталей перше центрування необхідно проводити зверху.

13. У вузлах виробу, що сполучаються, повинні бути відсутні переплетення дротів, трубок, шлангів, тощо.

14. Не повинні об'єднуватися в один вузол унікальні і уніфіковані вузли – для запобігання порушення уніфікації останніх.

К.т.н. Лапковський С.В., Солдатова М.О., Савлюк С.А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Україна

ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІЇ СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

Розробка нового виробу – це складний, багатоступеневий процес, складна конструкторська задача, що пов'язана не тільки з досягненням необхідного технічного рівня цього виробу, але і з наданням його конструкції таких властивостей, які забезпечують максимально можливе зниження затрат праці, матеріалів і енергії на його розробку, виготовлення, технічне обслуговування і ремонт. Рішення цієї задачі визначається діловою творчою співдружністю творців нової техніки – конструкторів і технологів – і їх взаємодією на етапах розробки конструкції виробу з його виготовлювачами і споживачами.

Першорядна роль в забезпеченні технологічності конструкції виробу належить конструктору, який повинен керуватися міркуваннями як технічної, так і економічної доцільності проектованої конструкції, вміти використовувати такі інженерні рішення, які забезпечують досягнення необхідних технічних показників виробу при раціональних затратах ресурсів, які виділяються на його створення і використання.

Аналіз існуючих систем відпрацювання на технологічність виробів, що проектуються на підприємстві, показав, що вивчення конструкторської документації, послідовність її відпрацювання дотепер методично розроблені слабо.

На стадії науково-дослідних робіт відпрацювання на технологічність поверне. Основна важкість відпрацювання лягає на стадію технологічної підготовки, на яку відводиться обмежений час, за який технологи встигають розробити і оформити тільки один варіант технології. Такий стан справ призводить до низької якості технологічних рішень, і вся важкість по остаточному відпрацювання на технологічність лягає на останню стадію — освоєння виробу в цеху, коли вже виготовлено технологічне оснащення.

Будь-яка зміна в конструкторсько-технологічній документації на даній стадії призводить до додаткових витрат, які пов'язані з корегуванням, а, у багатьох випадках, і з проектуванням технологічного оснащення заново і його виготовленням вже в аварійному порядку, що вкрай негативно позначається на витратах і термінах освоєння виробів.

Технологічна схема автоматизованого виробництва органічно пов'язана з конструкцією виробу, проте не всі виробни масового виробництва за своїм конструктивним оформленням допускають автоматизацію. Вироби, виробництво яких підлягає автоматизації, повинні бути спеціально сконструйовані. Тому до конс-

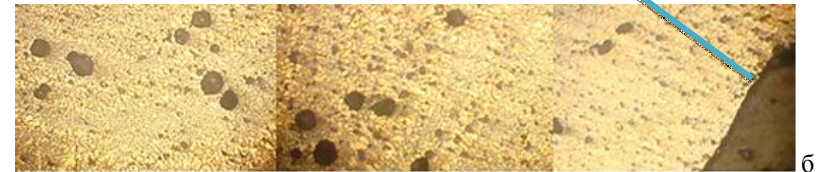


Рисунок 4 – Загальний вид зразка №2: а – макрошліф (×8); б – мікрошліф (×300)

Фотографування проводили зліва направо (зону самого шва і навколо шовну зону – крайні ліві фото). Після полірування з меншою щільністю струму на зразку виявлено велику кількість пор з діаметром 20-50 мкм. Найбільша кількість крупних пор зосереджена у самому шві. Після травлення виявлено структуру сплаву. Структура шовної зони складається з двох фаз: жовтої і чорної, що по-різному травляться. На частині зразку, суміжній зі швом, структура однорідна, границі не протравлено.



Рисунок 5 – Макрошліф зразка № 3 (×8)



Рисунок 6 – Мікрошліф зразка № 3 (×300)

Структура двофазна, складається з жовтої і чорної фази. В зоні шва переважає жовта фаза. Також помітні лінії білого й темного кольору, що повторюють фронт твердіння металу у напрямку тепловідводу. Пор дуже багато й вони повторюють контури фронту твердіння.

Поява подібної структури описана Ландау. Він вважає, що вміст домішок у твердій фазі при твердінні розплав змінюється періодично у напрямку руху поверхні розділу поміж рідкою і твердою фазами і що він (зміст домішок) однаковий в будь-якій поверхні, що паралельна поверхні розділу. При цьому накопичення домішок перед фронтом послідовно нарощується доти, доки не утвориться така концентрація, при якій виникне незалежне утворення зародків в найбільш концентраційно переохолодженої області рідини, або існуючий кристал вросе в цю область. В обох цих випадках завдяки швидкому переміщенні поверхні розділу виникає шар з високим вмістом домішок, а різка фаза попереду такого шару має малий вміст домішок, і тому виникає новий перехідний процес.

Мікроструктура зразка №3 більш однорідна, питома вага пористості менша, що очевидно пов'язано з вакуумом в камері зварювання. Структура зварного шва відображає індивідуальні особливості режимів і способів зварювання зразків.

При дослідженні хімічного складу фаз методом оже-спектроскопії встановлено ефект значного падіння вакууму під час руйнування зразків в колоні оже-спектрометра JAMP10S.

Зразок для досліджень готували у вигляді механічно та електрохімічно шліфованої та полірованої поверхні (рис. 7).

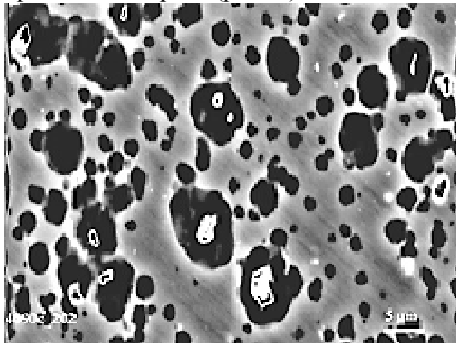


Рисунок 7 – Мікроструктура сплаву для дослідження хімічного складу фаз методом оже-спектроскопії

рідкісні запити комп'ютера по виборі з допустимого набору тих рішень, які неможливо формалізувати. На закінчення проводиться автоматична генерація технологічної документації з використанням форм документів, прийнятих на підприємстві.

Висновки. Проаналізовано метод прийняття технологічних рішень при формуванні переліку технологічних операцій механообробки поверхонь деталей машин в процесі проектування, що дозволяє технологів автоматизовано або вручну вибрати методи обробки, які забезпечують задану конструктором точність і якість поверхні при істотному зниженні термінів проектування технологічних процесів, а також технологічної підготовки виробництва в цілому.

Запропоновано новий спосіб програмної реалізації алгоритмів формування комплексної конструкторсько-технологічної моделі проєктованих деталей машин, який дозволяє застосувати розроблені нові інтегровані інтелектуальні методи.

Якість спроектованого ТП практично не залежить від кваліфікації технолога, а визначається вмістом баз знань, тому цей ТП зменшує вірогідність похибки людського фактору.

При складанні ТП якщо програмно не можливе вирішення методу обробки, то програма запропонує декілька можливих технологічних процесів, а оператор ПК (персональний комп'ютер) власноруч вирішить та прийме більш досконаліший ТП для свого підприємства.

Цей метод синтезу є універсальним і теоретично дозволяє проєктувати технологічні процеси для будь-яких деталей та будь-якої складності забезпечуючи економічні та якісні показники ТП завдяки вкладеного в основу метода синтезу технологічної та конструкторської інформації.

Література:

1. Маталін А.А. Технологія машиностроєння. / Учебник для машиностроительных вузов. –Л.: Машиностроєние, 1985. –496 с.
2. Системи автоматизованого проєктирования : Учебное пособие для вузов: В 9 кн./ И.П. Норєнков. -М. Высш. шк., 1986г.
3. Системи автоматизованого проєктирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. Учебник для вузов по спец. «Технологія машиностроєння» , «Металорежущие станки и инструменты»/ С.Н. Корчак и др.; под общ. ред. С.Н. Корчака.-М.:Машиностроєние, 1988.-352 с.ил.

Таблиця 6.1.

**Маршрути обробки поверхонь деталей типу «тіл обертання»
(фрагмент бази даних) [2]**

Код МОП	Код методу обробки	Вид обробки	Параметри поверхонь після обробки	
			Квалітет	Ra, мкм
12	100 101	Чорнове точіння	16	25
		Напівчистове точіння	14	12,5...6,3
13	100 101 102	Чорнове точіння	16	25
		Напівчистове точіння	14	12,5...6,3
		Чистове точіння	13...11	3,2
14	100 101 102 103	Чорнове точіння	16	25
		Напівчистове точіння	14	12,5...6,3
		Чистове точіння	13...11	3,2
		Тонке точіння	11...8	1,6
15	100 101 502	Чорнове точіння	16	25
		Напівчистове точіння	14	12,5...6,3
		Напівчистове шліфування	13...11	3,2

При проектуванні технологічного процесу шляхом синтезу конструктивної та технологічної інформації було використано метод представлення знань параметричного синтезу.

Найпростішим способом представлення знань параметричного синтезу є використання продуктивних систем штучного інтелекту. У таких системах знання представляються у вигляді правил продукції, що є аналогами умовного речення природної мови :

ЯКЦО <умова>, ТО <дія>

Такі правила будуються на базі словника технічної мови, що містить терміни, і їх умовні позначення (ідентифікатори). Як дії використовуються обчислення за формулами, вибір даних з багаторівневих таблиць, які можуть містити як константи, так і формули, вибір інформації з баз даних, генерацію графічних зображень і так далі.

Проектування нового ТП з її допомогою займає лічені хвилини. Технологів за допомогою простого інтерфейсу необхідно описати деталь, а потім спостерігати за генерацією технологічного процесу, відповідаючи на

Для виключення стороннього впливу на хімічний склад досліджуваної поверхні були підготовлені зразки для зламу їх в колоні еже-спектрографа в умовах високого вакууму ($p < 10^{-6}$ Па). Водночас була зроблена спроба оцінити вплив ступеню деформації на процеси гомогенізації.

При руйнуванні зразків в колоні еже-спектрометра (об'єм ≈ 120 л) вакуум падав на 2-2,5 порядки. Якщо припустити, що газ потрапив в колону з газової пористості, то тиск в порах сягає майже 10^8 Па (або газонасиченість становить $25 \text{ см}^3/\text{г}$).

Порівнянням зображення у вторинних електронах на оптичному мікроскопі встановлено, що матриця – це біла фаза, плями (окантовка) темного кольору – жовта фаза.

Для уточнення хімічного складу фаз було отримано еже-спектр від матриці, окантовки та часток.

У першому наближенні можна зробити висновок, що жовта фаза містить підвищену концентрацію марганцю та заліза, магній не ліквує, а частинки містять в основному Al, Mn та Fe (таблиця 1).

Табл. 1

Відносна інтенсивність характеристичного випромінювання легуючих елементів в різних складових структури сплаву 01570

Складова структури	Відносна інтенсивність випромінювання елементів до інтенсивності випромінювання Al			
	Mg	Mn	Sc	Fe
Матриця (біла фаза)	0,026	0,008	0,0017	0,0021
Окантовка (жовта фаза)	0,025	0,011	0,0017	0,0088
Частка	0,007	0,225	0,0005	0,524

ВИСНОВКИ

1. Показано, що листові зразки задовільно зварюються аргонодуговим та електронно-променевим видами зварювання.

2. В ході експериментальних досліджень мікро- та макроструктури зварного шва зразків зі сплаву 01570 встановлена наявність великої кількості пор з діаметром 20-50 мкм

3. Структура зварного шва зразків, отриманих методом аргонодугового зварювання вольфрамовим електродом, що не плавиться, двофазна і складається з жовтої і чорної фаз. Також помітні лінії білого кольору, що повторюють фронт твердіння металу у напрямку тепловідводу в процесі зварювання

4. Структура зварного шва, отриманого за допомогою електронно-променевого зварювання більш однорідна та в ній майже відсутні пори, в порівнянні зі структурами зварного шва, отриманих при аргонодуговому зварюванні.

5. Дослідження хімічного складу фаз методом оже-спектроскопії встановлено ефект значного падіння вакууму під час руйнування зразків в колоні оже-спектрометра.

6. Для уточнення хімічного складу фаз отримано оже-спектр від матриці (білої фази) та окантовки темного кольору (жовта фаза). Встановлено, що жовта фаза містить підвищену концентрацію марганцю та заліза. Для більш точного аналізу потрібно додаткове проведення досліджень хімічного складу як вихідної заготовки, так і самого зварного шва.

Література:

1. Альтман М.Б. Промышленные алюминиевые сплавы: Справочник: 2-е изд./ М.Б. Альтман, С.М. Абрамцумян, З.Н. Арисова [и др.] – М.: Металлургия, 1984. – 528 с.
2. Елагин В.И. Перспективы легирования алюминиевых сплавов скандием / В.И. Елагин, В.В. Захаров, Т.Д. Ростова // Цветные металлы. – № 12. – 1982. – С. 96-99.
3. Захаров В.В. Промышленные алюминиевые сплавы с добавкой скандия / В.В. Захаров // Металловедение и термическая обработка металлов. – № 7. – 1995. – С. 21-24.
4. Филатов Ю.А. Деформируемые сплавы на основе системы Al-Mg-Sc / Ю.А. Филатов // Металловедение и термическая обработка металлов. – №6. – 1996. – С. 33-37.
5. Juan Zhao. Comparative investigation of tungsten inert gas and friction stir welding characteristics of Al-Mg-Sc alloy plates / Juan Zhao, Feng Jiang, Haigen Jian and other // Elsevier: Materials and Design. – #31. – 2010. – PP 306-311.
6. Андреев В.В. Экспериментальное исследование прокатываемости алюминиевого сплава системы Al-Mg-Sc / В.В. Андреев, А.Н. Головкин, О.В. Бондаренко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2010. – №42. – С. 14-19.

Кошелева И.Ю.

Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕРМОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ УТОЧНЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАКЕТНОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Для ракетнокосмической техники (РКТ) используют как металлические, так и неметаллические материалы – стеклопластики, наполнители, связующие различной природы и т.д. Процессы получения деталей из этих материалов со-

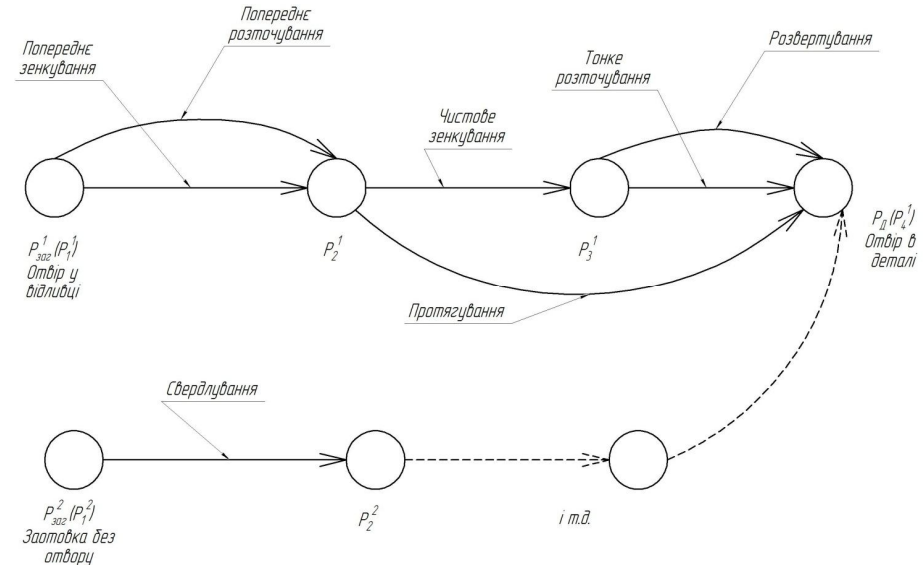


Рисунок 2 – Представлення варіантів обробки поверхні деталі

Більшість алгоритмів призначення можливих МОП в САПР технологічних процесів будується на основі таблиць відповідностей. Їх структура і принципи (алгоритми) роботи з ними розглядатимуться і далі.

Приклад. Вибір можливих варіантів маршруту обробки торцевої поверхні деталі типу «Тіло обертання».

Можливі маршрути обробки поверхні і таблиця відповідностей для їх вибору показані в таблиці 6.1.

Примітка: межі діапазонів(13...11; 11...8; 12,5...6,3) входять у відповідний діапазон.

Ліва частина таблиці відповідностей, що означає рядки, є безліччю типових рішень (тут множина МОП).

Верхня частина таблиці відповідностей, що означає стовпці, – умови вибору або застосовності типових рішень(тут МОП) і їх числові значення.

Центральна частина таблиці відповідностей – булева матриця, що означає зв'язки між умовами вибору типових рішень(тут МОП) і самими типовими рішеннями (1 – наявність зв'язку, 0 – відсутність зв'язку).

схеми проектування технологічних процесів «маршрут – операція – перехід» і так далі.

Реалізація лінійної стратегії проектування в САПР технологічних процесів. Спрощена схема цього методу.

1. Введення опису креслення деталі.
2. Синтез маршрутів (планів) обробки для усіх поверхонь деталі.
3. Синтез принципової схеми технологічного процесу.
4. Синтез маршруту обробки деталі.
5. Синтез складу і структури операцій технологічного процесу.
6. Доопрацювання технологічного процесу (розрахунок режимів різання, нормування).
7. Оформлення документації.

Введення опису креслення деталі і оформлення документації є загальними етапами для усіх методик проектування технологічних процесів в САПР. Вони включені для повноти картини проектування технологічного процесу.

Синтез маршрутів обробки поверхонь. Маршрут обробки поверхні (МОП) – це послідовність методів (видів, переходів одного методу) обробки, необхідних для досягнення потрібних кресленням деталі параметрів поверхні. Такими параметрами є:

- геометричний тип поверхні;
- точність розміру;
- шорсткість;
- вид термообробки і так далі

Між методами обробки і параметрами поверхні існує зв'язок, що описується функцією

$$M_i : P_i \rightarrow P_{i+1}.$$

Тобто поверхня з параметрами нижчої якості перетвориться в поверхню з параметрами більш високої якості за допомогою методу .

Будь-яка послідовність дуг графа, що приводить з вершини, що характеризує (що характеризують) поверхню заготовлі, у вершину, що відповідає поверхні деталі, представляє варіант МОП.

Кількість можливих методів обробки і МОП дуже велике. На конкретному підприємстві воно обмежується можливостями існуючого устаткування. Це скорочує кількість альтернативних МОП, але проблема (завдання) вибору конкретного МОП для конкретної поверхні залишається.

проводяться рядом физико-химических процессов, изучение которых необходимо для разработки технологий получения материалов для РКТ.

Установка «Derivatograph» позволяет одновременно проводить на одной пробе дифференциальный термический (ДТА), термогравиметрический (ТГ) и дифференциальный термогравиметрический (ДТГ) анализы. Основными исследуемыми факторами при дериватографическом анализе являются: значения температур начала и окончания термических превращений, скорость и природа (эндо- или экзо-) реакций, а также изменения массы образца, скорость изменения массы, позволяющие выполнять количественные измерения.

Для получения высокопрочных алюминиевых сплавов используется эффект сверхскоростной кристаллизации (расширение пределов растворимости, переход к новым системам легирования), что влечет за собой изменения в технологии получения горячедеформированных полуфабрикатов и термической обработки алюминиевых сплавов. Вариантами реализации эффекта сверхскоростной кристаллизации являются охлаждение гранул в воде и диспергирование расплава водой. В обоих вариантах на поверхности образуются оксидные и гидроксидные пленки, которые оказывают большое влияние на физико-механические свойства порошковых заготовок из алюминиевых сплавов.

Изучение процессов, происходящих на поверхности порошков, состава, структуры и свойств гидроксидных и оксидных пленок в процессе нагрева проводили на приборе «Derivatograph – 1500» системы Паулик-Паулик-Эрдей, фирмы MOM. В процессе исследований пробы порошков нагревали до температуры 700°C со скоростями от 1,25 до 20°/мин.

На основании результатов исследования установлено, что при увеличении скорости нагрева образца уменьшается количество выделившейся влаги и снижается температура начала окисления.

Нарастание толщины оксидной пленки протекает за счет слоев адсорбированной воды в интервале температур 100-500° С.

При горячем деформировании сплава необходимо учитывать, что при температурах выше 440°C наблюдается выброс кристаллизационной воды, что может приводить к вспучиванию и расслоению изделия.

Оксидная пленка на поверхности порошка формируется как при диспергировании алюминия водой высокого давления, так и при технологических нагревах заготовок из порошка при спекании.

На основании результатов исследований разработана технология получения порошковых заготовок, обеспечивающая уникальный уровень механических характеристик: в порошковых заготовках (табл.1) и в горячедеформированных прутках (табл.2).

Таблиця 1

Механические свойства горячедеформированных и порошковых заготовок

Марка материала	Горячедеформированные заготовки			Порошковые заготовки		
	σ_{02} , МПа	$\sigma_{в}$, МПа	δ , %	σ_{02} , МПа	$\sigma_{в}$, МПа	δ , %
АК-6	270	390	13,0	242	351	7,9
АК-4	320	370	9,0	290	390	8,0
АД-33	230	270	10,0	200	240	11,0

Таблиця 2

Механические свойства горячедеформированных порошковых прутков

Марка материала	Прочность, МПа		Пластичность, δ , %
	σ_{02}	$\sigma_{в}$	
АК-6	370	440	10,0
АК-4	345	470	10,0
АД-33	385	435	9,2

Экспериментальные методы дериватографии также использовали при изучении термического разложения эпоксидных смол. Дериватограммы были получены в одинаковых условиях: температура нагрева 700°C; скорость нагрева – 5°/мин. Нагрев проводили на воздухе, эталон – окись алюминия. Кривые ДТА и ТГ дают возможность идентифицировать реакции, которые протекают в полимерах при термической деструкции: перегруппировка, деполимеризация и незначительные изменения в составе полимеров. Сравнивали эпоксидные связующие, отвержденные под воздействием электромагнитного поля высокой частоты и отвержденные по стандартной технологии. Данные, полученные при обработке дериватограмм, позволили сделать следующие выводы: термостойкость образца, отвержденного по стандартной технологии равна 375°C; отвержденного с использованием электромагнитного поля высокой частоты – 400°C. Процесс деструкции заканчивается соответственно при 510°C и 560°C. Таким образом, применение методов термогравиметрического анализа позволяет изучать физико-химические процессы, протекающие в материалах при нагреве, что в свою очередь, позволит разрабатывать и уточнять технологии изготовления материалов РКТ.

Литература.

1. Уэндландт У. Термические методы анализа – М.: Мир, 1978 – 526с.
2. Леднянський О.Ф., Левочко К.В. Дослідження процесів взаємодії алюмінієвого порошку з водою на склад гідрооксидних плівок // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Наука і освіта», Дніпропетровськ, 2004. – с. 14-15.

процедура автоматизується на основі використання інформаційно-пошукової системи (ІПС). При використанні ІПС умову пошуку технолог вводить в режим діалогу. Умови пошуку, які є стабільними, можна зберігати у базі знань;

- стандартні розрахунки (розрахунок припусків, операційних заготівель, режимів різання і т. п.). Такі розрахунки можна повністю автоматизувати;

- ухвалення складних логічних рішень (вибір структури процесу і операцій, вибір баз і т. д.). Процес ухвалення таких рішень повністю автоматизувати не вдається.

Сучасна концепція застосування ЕОМ при проектуванні технології ґрунтується на створенні людино-машинних систем, в яких спілкування технолога з ЕОМ відбувається в режимі діалогу, який можливо забезпечити на основі синтезу конструкторської та технологічної інформації.

Метод синтезу є універсальним методом, призначеним для проектування технологічних процесів на деталі і складальні одиниці для будь-яких виробів.

У основі методу лежить положення про те, що процес проектування технологічних процесів є багаторівневим і ітераційним. Найбільш загальні рішення приймаються на першому рівні. Далі відбувається оцінка і відбір отриманих варіантів по якому або критерію. Отримані варіанти беруть участь в ухваленні рішення на другому рівні і так далі. При уточненні раніше прийнятих рішень може виявитися, що ці не можуть бути використані, тому потрібне повернення до попередніх рівнів, тобто виникає зворотний зв'язок, необхідний для здійснення ітераційних процесів.

Переваги методу синтезу :

- метод є універсальним і теоретично дозволяє проектувати технологічні процеси для будь-яких деталей;

- метод орієнтований на використання стратегії «спочатку вшир, а потім углиб», тобто дозволяє виконувати спрямований пошук і досить швидко проектувати оптимальні технологічні процеси.

Недоліки методу синтезу :

- Метод є складним і тому процес проектування ТП йде достатньо довго; Чим вище рівень автоматизації, тим складніше налаштувати систему проектування на умови підприємства і складніше її супроводжувати.

У основі методу синтезу лежать локальні типові рішення [3]. Алгоритми побудови САПР на основі методу синтезу істотно відрізняються один від одного. Причини цього полягають в наступному:

1. Процедури розробки (синтезу) технологічних процесів відносяться до розряду тяжкоформалізуємих.

2. Ряд САПР, побудованих по методу синтезу, орієнтовані на проектування технологічних процесів виготовлення деталей певного класу (наприклад, «тіл обертання»).

3. З метою виключення циклів при розробці технології і забезпечення лінійної стратегії проектування деякі розробники САПР відішли від класичної

З появою комп'ютерів почали створюватися і широко впроваджувалися різноманітні засоби і системи автоматизації випуску паперової документації: системи автоматизованого проектування (САПР) – для виготовлення креслень, специфікацій, технологічної документації; системи автоматизованого управління виробництвом (АСУП) – для створення планів виробництва і звітів про його хід; офісні системи – для підготовки текстових і табличних документів і так далі. Проте до кінця XX століття стало ясно, що усі ці досить дорогі засоби не виправдовують надій, що покладаються на них: зрозуміло, деяке підвищення продуктивності праці відбувається, проте не в тих масштабах, які прогнозувалися. Річ у тому, що вони не вирішують проблем інформаційного обміну між різними учасниками життєвого циклу виробу (замовників, розробників, виробників, експлуатаційників і т. д.). При перенесенні даних з однієї автоматизованої системи в іншу потрібно великі витрати праці і часу для повторного кодування, що призводить до численних помилок. Виявилось, що різні системи «Говорять на різних мовах» і погано розуміють один одного.

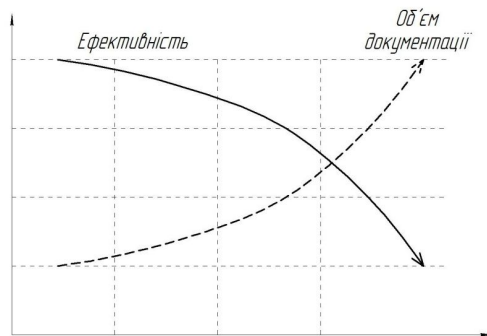


Рисунок 1 – Об'єми документації і ефективність інженерної діяльності

Більше того, з'ясувалося, що паперова документація і способи представлення інформації на ній обмежують можливості використання сучасних ІТ. Так, тривимірна модель виробу, що створюється в сучасній САПР, взагалі не може бути адекватно представлена на папері.

В результаті різко знижується ефективність процесів розробки, виробництва, експлуатації, обслуговування, ремонту складних наукоємних виробів (рис. 1).

При проектуванні технологічних процесів у технолога є наступні сфери діяльності:

- оформлення технологічної документації (маршрутні, операційні карти і інші документи). Це не творча робота і може бути повністю автоматизована;
- пошук інформації (пошук інструменту, пристосувань, устаткування, заготівель, припусків, нормативів по режимах різання і нормах часу і так далі). Ця

Леднянский А.Ф., Кошелева И.Ю.

Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара

ПОЛУЧЕНИЕ ГОРЯЧЕСТАМПОВАННОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ПОРОШКОВ СПЛАВА В95

Отличительной особенностью алюминия и его сплавов являются хорошие механические свойства, малая плотность, высокая удельная прочность, хорошие технологические свойства и отличная коррозионная стойкость. Алюминиевые сплавы получили широкое применение в авиации и ракетной технике. Украина – государство с развитыми отраслями аэро- и ракетостроения и поэтому имеется необходимость в освоении технологии получения высокопрочных деформируемых алюминиевых сплавов.

Исследована возможность получения горячештампованных полуфабрикатов из быстроохлажденных порошков сплава В95.

Деформируемые сплавы типа В95, полученные из быстроохлажденных порошков имеют дополнительный эффект упрочнения из-за наличия дисперсных частиц интерметаллидных фаз переходных металлов и нерастворимых фаз.

Порошки сплава получены распылением струи жидкого металла водой высокого давления, поверхность порошка представляет собой пленку гидрооксидов алюминия, содержащую значительное количество адсорбированной и кристаллизационной воды.

Процесс горячей штамповки осуществлялся на прессе ударного действия модели ФБ 1732 при усилии 160т. Холодное прессование заготовок для динамического горячего прессования проводили на гидравлическом прессе марки П-125 при давлениях от 0,2 до 0,6 ГПа. Нагревали заготовки в печи СНО-1,6. Термогравиметрический анализ порошка осуществляли на приборе «Derivatograph -1500». Эталон – Al_2O_3 .

Результаты термогравиметрического анализа показывают, что потеря кристаллизационной влаги происходит до $430^{\circ}C$, т.е. при температурах, при которых уже наблюдается значительное окисление порошка и существенное увеличение толщины кристаллической оксидной пленки. Окисление порошковой заготовки возможно кислородом через поровое пространство. С целью снижения степени окисления необходимо уменьшить объем порового пространства при сохранении значительных долей открытой пористости. Выделяющаяся в закрытых порах кристаллизационная влага приводит к усиленному локальному окислению и разрушению материала. По результатам исследований было выбрано давление холодного прессования – 0,6 ГПа.

С целью устранения вредного влияния оксидной пленки в шихту вводят добавки меди, магния и цинка, которые образуют с алюминием легкоплавкие эвтектики, диспергирующие кристаллическую оксидную пленку, что приводит к существенному повышению конструкционной прочности.

Эвтектики с магнием и медью образуются при температурах, существенно более высоких (450 и 548⁰С соответственно), чем температура предполагаемого нагрева под штамповку – 430⁰С, поэтому в данной работе в качестве добавки использовали порошок цинка в объёмах, позволяющих не выходить за пределы марочного состава – в количестве 2% по массе.

Шихту смешивали в смесители типа «пьяная бочка». Порошок прессовали при давлении 0,6 ГПа, полученные заготовки помещали в нагретую до 435⁰С печь и выдерживали в течение 20 минут. Затем образцы переносили в закрытую пресс-форму, и деформировали методом ударного прессования.

После штамповки образцы имели следующие механические характеристики: предел прочности $\sigma_b=400$ МПа, предел текучести $\sigma_{02}=340$ МПа и относительное удлинение до 5%. Полученные свойства соответствуют свойствам промышленного сплава В95 после горячей деформации (без термообработки).

Термообработка штамповок порошкового алюминиевого сплава В95 состояла из закалки и естественного старения. Образцы под закалку выдерживали при температуре 410⁰С в течение 30 мин с последующим охлаждением в воде. Механические свойства естественно состаренных образцов определяли через 24 ч после закалки.

После термической обработки образцы имели следующие механические характеристики: предел прочности $\sigma_b=490$ МПа, предел текучести $\sigma_{02}=430$ МПа, относительное удлинение до 2,4%.

Металлографическими исследованиями образцов выявлены участки материала, имеющие выделения вторичных фаз по границам зерен. Принимая во внимание технологию получения заготовок, можно предположить, что причиной пониженной пластичности материала после термообработки являются выявленные фазы, образованные твёрдым раствором на основе цинка, которые не удалось гомогенизировать во время закалки. Оптимизация режимов закалки и старения позволит достичь значительно более высокого комплекса механических характеристик.

В результате проведенных исследований показана принципиальная возможность получения штамповок из порошкового сплава В95 и подтверждено обоснование выбора технологических параметров процесса.

Литература:

1. Левочки К.В., Леднянский А.Ф. Исследования процессов образования гидрооксидных пленок на поверхности водораспыленных алюминиевых порошков // Космичі наука і технологія, – 2005 –Т. 11, №1. – С. 48-50.
2. Сорока М.Ю., Ісаєнкова О.С. Дослідження умов одержання водорозпошеного порошку сплаву Al-Cu-Si-Mg на механічні властивості гарячедеформованого матеріалу // IX Міжнародна науково-практична конференція «Людина і космос»; Збірник тез. – Дніпропетровськ: НЦАОМУ, 2007. – С. 385
3. Уэндландт У. Термические методы анализы. М.: Мир, 1978. – 526 с.
4. Белов Н.А. Эвтектические структуры в сплавах на основе твердого раствора системы Al-Zn-Mg-Cu / Н.А. Белов, Э.В. Тачнев // Изв. вузов. цветная металлургия. – 1991. – №2 – С.95-98

НА ОПРЕДЕЛЕН КЛОН ПРОЕКТИРАЙТЕ

К.т.н. Савицький Ю.В., Тихонюк В.І.
Хмельницький національний університет

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕТОДОМ СИНТЕЗУ

Вступ. Науково технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає ступінь розвитку технології в цілому. Визначним фактором для прискорення технічного процесу є збільшення продуктивності праці, покращення ефективності загального виробництва та якості продукції [1].

Покращення технологічних методів виготовлення продукції стоїть на першому місці у цьому списку. Якість, надійність, довговічність і економічність у експлуатації залежать не тільки від удосконалення конструкції, але і від технології виготовлення. Застосування прогресивних високопродуктивних методів обробки забезпечують велику точність і якість поверхонь деталей машин, методів створення робочих поверхонь, які підвищують ресурс роботи деталей і машин в цілому. Ефективне використання сучасних автоматизованих ліній, верстатів з ПЧПУ, персональних комп'ютерів застосування прогресивних форм організації і економіки технологічних процесів все це направлено на вирішення головних задач: підвищення ефективності промисловості і якості продукції, зменшивши при цьому витрати.

У вирішенні таких задач приймають активну участь інженери технологічних та конструктивних робіт і керівники промисловості. За допомогою використання сучасних технологій [2] та нових методів у проектуванні технологічних процесів показники якості, економічності та надійності можливо підняти на новий рівень, тому використання технологій стоїть на першому місці в машинобудуванні як технологічного процесу (ТП), так і розроблення креслень, або технічної документації. При сучасних виробництвах паперової документації виробництво виходить на інший рівень – цифрової інформації, з використання ПК, який показує більш ефективно використання сучасної техніки для промисловості в цілому.

Основна частина. Актуальність проблеми автоматизованого проектування технологічних процесів залишається впродовж багатьох десятиків років загальноприйнятою формою представлення результатів інтелектуальної діяльності людей і інструментом їх інформаційної взаємодії була паперова документація. Її створенням були зайняті (і зайняті до цього дня) мільйони інженерів, техніків, конструкторів, що служать на промислових підприємствах, в державних установах, комерційних структурах.

Тогда К. П. Д. блока

$$\eta_0 = 1 - 3k^2 \left(\frac{d}{D} \right)^2 - \frac{3}{2} f^* \frac{d_0}{D}.$$

Учёт трения каната о реборду блока при отклонениях подвески от вертикали будет способствовать более полному решению задач учёта потерь в полиспахах механизмов кранового подъёма.

Литература

1. Б. С. Ковальский / Грузоподъёмные машины. Канаты, блоки, барабаны. – Харьков: Харьк. высш. командно-инж. училище, 1961. – 88 с.
2. Расчёты крановых механизмов и их деталей / ВНИИПТМАШ. – М.: Машиностроение, 1993. – Том 1 – 187 с., Том 2 – 164 с.
3. О. М. Щеглов Исследование работы грузовых подвесок литейных кранов: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Харьков: ХВКИУ, 1981. 21 с.

МЕХАНИКАТА

К.т.н. Э.Н. Оширов, О.Ц. Мерхинова, к.ф.-м.н. П.Л.Абидуев
 Бурятская государственная сельскохозяйственная академия
 им. В.Р. Филиппова, Россия, Улан-Удэ,

ЗАМКНУТЫЕ РЕШЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА

В статье получены обобщённые водохозяйственные характеристики регулирования стока посредством решения интегрального уравнения.

Ставится следующая задача. Пусть задан некоторый объем β . Этот объем случайным образом заполняется объемами k_i .

Функция плотности поступления объема κ_i в объем β задается в виде $q(x)$.

В момент поступления объема k_i из объема β изымается некоторый заданный объем α , причем если объем $k_i - \alpha > \beta$, то значение заполнения объема β до отметки x принимается равным β ; если $k_i - \alpha < 0$, то $x = 0$.

Требуется определить вероятность заполнения объема β до заданной отметки x в бесконечной перспективе.

Обозначим $\phi(x/y)$ - условную функцию вероятности заполнения объема β до отметки x в i момент, при условии, что в $i-1$ момент отметки была равна y . Через $\phi(x)$ - искомую функцию, определяющую вероятность наполнения данного объема до отметки x .

Запишем формулу полной вероятности для этих двух функций:

$$\phi(x) = -(\alpha) \int_0^{\beta} \phi(x/y) d\phi(y) \quad (1)$$

Интеграл понимается в смысле Стильтьеса
 Переходя к интегралу Римана, получим:

$$\phi(x) = A(x + \alpha) + \int_0^{\beta} \phi(y) g(x - y + \alpha) dy \quad (2)$$

Уравнение (2) аналитически разрешимо при $\beta < \alpha$. В противном случае оно имеет разрывное ядро и становится устранимо сингулярным.

В инженерно-гидрологических расчетах наибольшее распространение получили кривые распределения К.Пирсона III типа.

Такая плотность распределения имеет вид

$$q(x) = \frac{\gamma^\gamma}{\Gamma(\gamma)} k^{\gamma-1} e^{-\gamma k} \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{1}{C_V} \quad C_V = \frac{1}{\sqrt{\gamma}},$$

где C_V - коэффициент вариации.

При таком распределении

$$F(k) = \frac{\gamma^\gamma}{\Gamma(\gamma)} \int_k^\infty k^{\gamma-1} e^{-\gamma k} dk \quad (4)$$

Имея в виду (3) и (4) уравнение (2) будет иметь вид:

$$\phi(x) = \frac{\gamma^\gamma}{\Gamma(\gamma)} \int_{\alpha+x}^\infty (\alpha+x)^{\gamma-1} e^{-\gamma(\alpha+x)} d(\alpha+x) + \frac{\gamma^\gamma}{\Gamma(\gamma)} \int_0^\beta \phi(y) (x-y+\alpha)^{\gamma-1} e^{-\gamma(x+\alpha-y)} dy \quad (5)$$

Уравнение (5) аналитически разрешимо при всех целых значениях параметра γ .

При дробных значениях γ интегралы не поддаются интегрированию в элементарных функциях и решение уравнения (2) сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений.

Вот некоторые решения уравнения (2):

$$1) \gamma = 1 \quad \phi(x) = \frac{e^{-x}}{e^\alpha - \beta} \quad 0 \leq x \leq \beta \quad (6)$$

$$2) \gamma = 2 \quad \phi(x) = \frac{3(2x+2\alpha+1)e^{-2(\alpha+x)} - 2\beta(4\beta^2 - 6x\beta + 3\beta - 6x)e^{-2(x+2\alpha)}}{3 - 12\alpha\beta e^{-2\alpha} - 4\beta^4 e^{-4\alpha}} \quad 0 \leq x \leq \beta \quad (7)$$

3) $\gamma = 3$

$$\phi(x) = e^{-3x-3\alpha} \left[\left(\frac{9}{2} + \frac{27}{2} A \right) x^2 + (9\alpha + 3 + 27A\alpha - 27B)x + \left(\frac{9}{2} \alpha^2 + 3\alpha + 1 + \frac{27}{2} \alpha^2 A - 27\alpha B + \frac{27}{2} C \right) \right] \quad 0 \leq x \leq \beta \quad (8)$$

Здесь параметры A, B, C определяются из системы уравнений:

жёсткости каната, так как набегающий конец каната приобретает кривизну блока с некоторым «опозданием», сбегающий же конец опаздывает с отрывом от блока [1].

К. П. Д. блоков [1]

- на неподвижных осях

$$\eta_{нб} = 1 - 4k^2 \left(\frac{d}{D} \right)^2 - 2f \frac{d_0}{D},$$

- и на подвижных осях

$$\eta_{пб} = 1 - 2k^2 \left(\frac{d}{D} \right)^2 - 2f \frac{d_0}{D},$$

где f – коэффициент трения скольжения на оси блока диаметром d_0 ; в случае подшипников качения под f подразумевается приведённый коэффициент трения;

d и D – диаметры каната и блока соответственно;

k – коэффициент жёсткости каната.

Для расчёта же потерь в полиспасте следует принять среднее значение К. П. Д. блока [1]

$$\eta_0 = 1 - 3k^2 \left(\frac{d}{D} \right)^2 - \frac{3}{2} f \frac{d_0}{D} \quad (1)$$

При разгоне и торможении крана подвеска отклоняется от вертикали на угол γ (рис. 2). Положение каната в ручье блока изменяется, и он наваливается на реборду блока. Образуется площадка контакта с практически сухим трением между канатом и ребордой блока. При этом потери в полиспасте существенно возрастают.

Обозначим

$$f^* = f + f_d,$$

где f^* – полный коэффициент трения;

f_d – дополнительный коэффициент трения каната о блок в динамике.

Зона контакта каната с ребордой

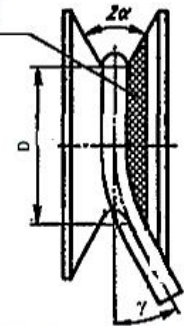


Рис.2. Положение каната в ручье верхнего блока при отклонении подвески на угол γ

Литература:

1. Селиванов М.В., Шепелев Н.С. Применение плазмы для упрочнения за рубежом. Черметинформация, серия «Металловедение и термическая обработка», 1987, вып. 2, 42с.
2. Лыков А.К., Редькин Ю.Г., Глибина Л.А. Различные методы плазменной закалки. Локомотив, 2000, №1, с.27-28
3. Новиков И.И. Теория термической обработки. М.: – Металлургия, 1986, с.479
4. Канаев А.Т., Кусаинова К.Т. Влияние соотношений твердости рельсовой и бандажной стали на износостойкость пар трения «Колесо-рельс». Вестник КазАТУ им. С.Сейфуллина, 2007, № 4 (47), с.309-317
5. Kanayev A.T., Vaibossynova L.A. Analyses of exploitation terms influence on microstructure and working efficiency of plasma-ironclad layer. Materialy V Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Dynamikanaukowych badan – 2009», Przemysli, Nauka I studia, 2009, p.14-17

Щеглов О. М.

доцент, к. т. н.

Суглобов Р. В.

старший преподаватель

Мавроди А. А.

Аспирант

Приазовский государственный технический университет, Украина

УЧЁТ ПОТЕРЬ НА БЛОКАХ КРАНОВЫХ ПОЛИСПАСТОВ

На рис. 1 показаны верхний (неподвижный) и нижний (подвижный) блоки, огибаемые канатом с небольшой скоростью. Ограничением скорости подчёркивается то обстоятельство, что решение рассматривается в статике без учёта явлений в канате во времени.

Очевидно, что натяжение ветвей сбегающей ветви каната различно: во-первых, натяжение сбегающей ветви должно быть больше на величину, необходимую для преодоления трения на оси блока, во-вторых, неравенство натяжений создаётся благодаря изгибной

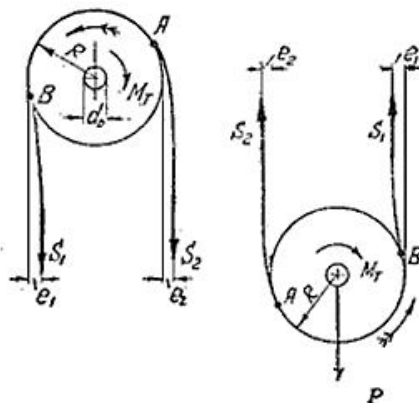


Рис. 1. Изгиб каната на блоке
e1 > e2 = e

$$\begin{cases} (e^{-3\alpha} - \frac{9}{2}\beta^3 - \frac{27}{2}\alpha\beta^2 - \frac{27}{2}\alpha\beta)A + (\frac{27}{2}\beta^2 + 27\alpha\beta)B - \frac{27}{2}\beta C = B_1 \\ -(\frac{27}{8}\beta^4 + 9\alpha\beta^3 + \frac{27}{4}\alpha^2\beta^2)A + (e^{3\alpha} + 9\beta^3 + \frac{27}{2}\alpha\beta^2)B - \frac{27}{4}\beta^2 C = B_2 \\ -(\frac{27}{10}\beta^5 + \frac{27}{4}\alpha\beta^4 + \frac{9}{2}\alpha^2\beta^3)A + (\frac{27}{4}\beta^4 + 9\alpha\beta^3)B + (e^{3\alpha} - \frac{9}{2}\beta^3)C = B_3 \end{cases} \quad (9)$$

где

$$\begin{cases} B_1 = \frac{3}{2}\beta^3 + \frac{9}{2}\alpha\beta^2 + \frac{3}{2}\beta^2 + \frac{9}{2}\alpha^2\beta + 3\alpha\beta + \beta \\ B_2 = \frac{9}{8}\beta^4 + 3\alpha\beta^3 + \beta^3 + \frac{9}{4}\alpha^2\beta^2 + \frac{3}{2}\alpha\beta^2 + \frac{\beta^2}{2} \\ B_3 = \frac{9}{10}\beta^5 + \frac{9}{4}\alpha\beta^4 + \frac{3}{4}\beta^4 + \frac{3}{2}\alpha^2\beta^3 + \alpha\beta^3 + \frac{\beta^3}{3} \end{cases} \quad (10)$$

Рассмотрим, например, решение уравнения (6). Если $\alpha = 0,6; \beta = 0,4$, тогда (6) имеет вид:

$$\begin{aligned} \phi(x) &= 0,703e^{-x} \\ 0 \leq x &\leq 0,4 \end{aligned} \quad (7)$$

По этой формуле можно найти все вероятности наполнения объема $\beta = 0,4$ до любой отметки x . Если $x > \beta$, то формула (7) указывает на переполнение объема β , т.е. холостой сброс.

Если в объеме β уровень $x < \alpha$, то получим дефицит отдачи, которые можно определить из соотношений:

$$f_1(x) = F(\alpha - x) + \int_0^\beta \phi(y)g(\alpha - y - x)dy \quad (9)$$

$$0 \leq x \leq \alpha - \beta$$

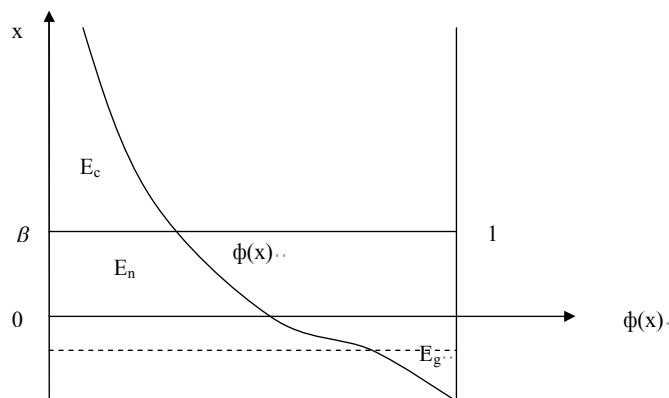
$$f_2(x) = F(\alpha - x) + \int_0^{\alpha-x} \phi(y)g(\alpha - y - x)dy \quad (10)$$

$$\alpha - \beta \leq x < \alpha$$

Согласно (9), (10) и (7) функции дефицитов отдачи имеет вид:

$$\begin{cases} f_1(x) = \frac{e^x}{e^\alpha - \beta} & 0 \leq x < \alpha - \beta \\ f_2(x) = e^{-(\alpha-x)} + \frac{(\alpha-x)e^{-(\alpha-x)}}{e^\alpha - \beta} & \alpha - \beta \leq x < \alpha \end{cases} \quad (11)$$

Используя (7) и (11) при $\alpha = 0,6, \beta = 0,4$ получим следующий график.



Из графика следует площадь E_c - объем слива,

E_n - объем наполнения,

E_g - объем дефицита.

$$E_c = \int_{\beta}^{\infty} \phi(y) dy$$

$$E_g = \alpha - \int_0^{\alpha-\beta} f_1(x) dx + \int_{\alpha-\beta}^{\beta} f_2(x) dx$$

$$E_n = \int_0^{\beta} \phi(x) dx$$

Можно проверить соотношение

$$E_c + E_g = 1.$$

Таблица 3

Химический состав по глубине плазменного упрочнения и не упрочненной зоны

Наименование зон по глубине упрочнения	Химический состав, % (ат.)								
	C	Si	V	Mn	Fe	W	Ti	Cr	S
t 2	0,06	0,002	-	0,063	0,855	0,008	-	-	-
t 3	0,5	0,002	0	0,06	0,87	0,02	0,0002	-	0,0005
t 4	0,002	-	0,001	0,065	0,87	0,009	-	0,001	0,002
t 5	0,05	0,0005	0,001	0,062	0,86	0,018	0,004	-	0,002
t 6	0,047	0,0035	-	0,072	0,87	-	-	0,001	-
t 7	0,035	0,004	-	0,068	0,89	0,002	0,0026	-	-
t 8	0,02	0,0018	0,0027	0,07	0,88	0,019	-	-	-
t 9	0,027	0,0025	0,0023	0,065	0,88	-	-	-	-
t 10	0,03	0,004	-	0,074	0,86	0,026	-	-	-
t 11	0,04	0,004	0,001	0,069	0,88	-	0,003	-	-
Основа	0,008	-	-	0,059	0,90	-	-	-	-

Видно, что содержание углерода по глубине упрочненной зоны колеблется от 0,002 до 0,06 % (ат.). Такую же микро неоднородность по глубине закаленной зоны имеют и другие постоянные примеси стали (Si, Mn, V и др.). При больших скоростях нагрева и охлаждения, характерных для плазменной обработки, процессы, связанные с гомогенизацией твердого раствора, не успевают завершиться в объеме отдельных зерен и это способствует созданию метастабильных структур высокой твердости с хорошим сопротивлением износу и микросхватыванию в процессе трения.

Выводы

1. Установлено, что при действующем режиме упрочнения глубина зоны плазменного воздействия составляет 1,7 – 2,0 мм с микротвердостью от 8,0 ГПа на поверхности до 6,0 ГПа в промежуточной зоне. Такая глубина зоны плазменного воздействия наряду с лубрикацией приводит к снижению износа гребней от 1.9 мм до 0,7 мм на 10 тыс. км пробега.

2. Соотношение зон с различной структурой и микротвердостью зависит от мощности плазмотрона, угла встречи плазменной струи с закаливаемой поверхностью, расхода и используемого плазмообразующего газа, диаметра сопла и расстояния от среза сопла до поверхности детали, степени дисперсности исходной структуры и др. факторов.

3. Основным фактором, приводящем к сильному упрочнению поверхностного слоя при плазменной закалке, является образование тонкодисперсной неоднородной мартенситно-бейнитной структуры с высоким уровнем микронапряжений 2 рода, переходящей к дисперсной трооститно-сорбитной структуре промежуточной зоны.

ния обуславливается однородной структурой металла по всему сечению образца, что обеспечивает постоянный комплекс механических свойств.

В случае плазменного упрочнения, когда металл состоит из двух слоев – закаленного (хрупкого) и исходного (пластичного) процесс разрушения приходит по искривленному механизму. Трещина зарождается на поверхности упрочненного слоя и растет в глубину, где на границе с исходным «мягким» металлом останавливается, так как для ее дальнейшего распространения необходимо значительно большее усилие, чем в упрочненном слое.

Изменение характера разрушения металла бандажа в упрочненном поверхностном слое и без него с торможением трещин по механизму искривления ее траектории можно объяснить двумя причинами.

- пластичностью металла на границе упрочненного слоя с исходной структурой;
- переходом напряжений сжатия в растягивающие напряжения на границе упрочненного слоя с исходной структурой.

Это обстоятельство является важной причиной повышения *трещиностойкости* поверхностно-упрочненных деталей. Плавное изменение структуры и микротвердости по глубине закаленного слоя обуславливает снижение напряжений растяжения за пределами закаленной зоны с 120-130 до 30-40 МПа. В середине закаленной (упрочненной) зоны напряжения сжатия достигают 600-700 МПа [4]. Таким образом, наличие больших напряжений сжатия и снижение напряжений растяжения является важным фактором, способствующим повышению работоспособности деталей, работающих в условиях контактных и знакопеременных нагрузок.

Заметим, что указанные структурные особенности после плазменной обработки объясняются сверхвысокими скоростями нагрева и охлаждения, недостижимыми при традиционных методах термической обработки.

Это приводит к тому, что структурные и фазовые составляющие стали после плазменной обработки (мартенсит, верхний и нижний бейнит, троостит, сорбит) характеризуются повышенной дисперсностью и более высоким уровнем внутренних (фазовых и структурных) напряжений II рода, а также ярко выраженной химической микронеоднородностью [5]. Для экспериментальной проверки этих утверждений были проведены специальные исследования по определению химического состава сплава с возбуждением спектра в искре на искровом спектрометре SPECTROLABJ^{ССД} фирмы Leica Microsystems. Данные химического анализа по глубине плазменного упрочнения и не упрочненной зоны, представленные в таблице 3, подтверждают химическую микронеоднородность структурных и фазовых составляющих исследованной стали.

Физически E_c – означает, что данная емкость переполнена после отъема отдачи α и эту часть воды нужно слить. E_g – объем воды в хранилище недостаточен для удовлетворения объема α , поэтому в любой заданный момент времени объем недостачи будет равен E_g . E_n – в любой заданный момент времени в водохранилище будет заполнено в данном объеме.

Таким образом, рассматриваемая методика позволяет рассчитать объем водохранилищ сельских оросительных систем, надежность водоснабжения, объем недостачи воды в засушливые годы, объем холостого сброса в многоводные годы.

Литература:

1. Менкель Н.Ф. Водохозяйственные расчеты. М., Гидрометеиздат, 1952.
2. Бровкович Г.Н. О кривых распределения вероятностей применяемых в гидрологии. Труды первого совещания по регулированию стока. Н.-Л. Изд-во АНССР.1946.

К.т.н. Легезина Г. И. , инж. Гречина Т.П.

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

Возрастающая потребность в применении фильтров и контроле загрязненности воздуха в помещениях обуславливает разработку обоснованных методов испытаний и определение фактического значения эффективности очистки. Отечественный стандарт ГОСТ P 51251-99, гармонизированный с европейскими стандартами CEN EN 779-1993, CEN EN 1822-1998, указывает, что для оценки фильтра в первую очередь должны быть определены аэродинамическая характеристика, пылеемкость и эффективность очистки. Эти три тесно связанные между собой характеристики являются важнейшими и, не располагая ими, невозможно оценить, насколько те или иные фильтры отвечают требованиям и условиям эксплуатации проектируемого объекта. Вместе с тем, стандарт не устанавливает методы испытаний, поэтому в нем отсутствует информация о типах и размерах частиц пыли и аэрозолей, составе испытательного оборудования, условиях и параметрах испытаний фильтрующих материалов.

Как известно, показатели пылеемкости и пылепроницаемости характеризуют способность текстильных материалов в первом случае пропускать пыль, а во втором – ее удерживать. Частицы пыли проникают сквозь материал в основном тем же путем, что и воздух: через сквозные поры материала. Удерживаются частицы пыли в структуре материала вследствие механического сцеп-

ления их с шероховатой поверхностью материала. Материал рыхлой пористой структуры из волокон с неровной поверхностью обладает способностью захватывать большее количество пыли и удерживать ее более длительное время, чем материал плотной структуры, состоящий из волокон с гладкой поверхностью.

Определение показателей пылепроницаемости и пылеемкости представляет достаточную трудность, отсутствует стандарт, как на метод определения этих показателей, так и на лабораторное оборудование. Физика процесса фильтрации указывает на взаимосвязь показателей воздухо- и пылепроницаемости, а показатель пылеемкости представляет собой коэффициент, обратный коэффициенту пылепроницаемости. Коэффициент воздухопроницаемости материала показывает количество воздуха, проходящего через 1 м² ткани, трикотажа или нетканого материала за 1 сек при определенной разности давления по обе стороны материала. В отличие от коэффициентов пылепроницаемости и пылеемкости, коэффициент воздухопроницаемости легче определять в лабораторных условиях, существуют стандартные методики и оборудование. В связи с этим представляет интерес установление зависимости между этими показателями и разработка методик расчета коэффициентов пылепроницаемости и пылеемкости с учетом известного коэффициента воздухопроницаемости.

Целью наших исследований было установление зависимости между указанными коэффициентами для выбранных объектов исследования – 4 вариантов фильтровальных тканей с одинаковой структурой, но разного волокнистого состава. Два образца (Л-4 и Л-11) в составе по основе и утку имели 100% полиэфирное волокно, а два других образца (ЦМ и F-20) соответственно в основе и утке содержали полушерстяные волокна. Исследуемые коэффициенты определялись при площади образца ткани равной 0,052 м² за время равное 300 сек.

По результатам исследований были построены графики зависимости указанных показателей (рис.1) и получена полиномиальная модель третьего порядка зависимости показателей пыле- и воздухопроницаемости при высоком коэффициенте корреляции $r = 0,999$ и небольшой ошибке $S = 0,001\%$ для исследуемых образцов фильтровальных тканей

$$Y = -8,66 - 0,07 X + 0,001 X^2 - 3,51 X^3 \quad (1)$$

где Y – коэффициент пылепроницаемости, г/м²·с, X – воздухопроницаемость, дм³/м²·с

Таблица 2

Пробег между обточками неупрочненных колесных пар, тыс.км	Износ неупрочненных гребней бандажей на 10 тыс.км пробега, мм	Максимальное количество обточек неупрочненной колесной пары (раз)	Ресурс бандажа неупрочненной колесной пары, тыс. км
От 10 до 15	1,9; полный износ за 1,1 года	7	105
Пробег между обточками упрочненных колесных пар, тыс. км	Износ упрочненных гребней бандажей на 10 тыс.км пробега, мм	Максимальное количество обточек упрочненной колесной пары (раз)	Ресурс бандажа упрочненной колесной пары, тыс. км
От 20 до 25	0,7; полный износ за 2,6 года	10	250

Следует отметить, что соотношение зон с различной структурой и микротвердостью зависит от мощности плазмотрона, угла встречи плазменной струи с закаливаемой поверхностью, расхода и используемого плазмообразующего газа, диаметра сопла и расстояния от среза сопла до поверхности детали и др. факторов.

Мелкозернистый аустенит, образующийся при скоростном нагреве напрямую влияет на структуру упрочненного слоя, с увеличением степени дисперсности которой повышается *трещиностойкость* стали.

Согласно физической теории разрушения металлов критическое напряжение хрупкого разрушения $\sigma_{кр}$ обратно пропорционально размеру зерен- d

$$\sigma_{кр} = k d^{1/2}$$

Это объясняется тем, что уменьшение размера зерен приводит к снижению концентрации напряжений на границе, что, в свою очередь, повышает предел выносливости материала. Отсюда следует, что плазменное упрочнение металла бандажей обеспечивает наиболее энергоемкий механизм его разрушения, что должно положительно сказаться на эксплуатационных характеристиках металла. Ранее нами [4] на основе фрактографических исследований и анализа осциллограмм было показано, что в характере разрушения упрочненных и не упрочненных образцов имеется принципиальное отличие, заключающееся в том, что металл бандажа, не имеющийся упрочненного слоя, разрушается по всему сечению и процесс разрушения проходит в две стадии: зарождение трещины и ее распространение до полного разрушения образца. Такой механизм разруше-

пературе, достигаемой в процессе скоростного нагрева. Это обстоятельство используется в целях улучшения свойств стали после поверхностной плазменной закалки.

Таблица 1

Распределение микротвердости по глубине закаленной зоны

N п/п	Глубина замера HV _{0,05} от поверхности, мкм	Микротвердость, HV, ГПа	Микро-структура	N п/п	Глубина замера HV _{0,05} от поверхности, мкм	Микротвердость, HV, ГПа	Микро-структура
1	121	8,1	Мелко-дисперсный мартенсит в смеси с нижним бейнитом	16	1 601	5,7	Троостсорбит с переходом в исходную структуру
2	213	7,9		17	1 702	5,5	
3	311	8,0		18	1 819	5,0	
4	420	7,8		19	1 911	4,4	
5	500	8,1		20	2 016	4,4	
6	613	7,9		21	2 122	4,1	
7	712	7,8		22	2 243	3,9	
8	817	7,8		23	2 302	3,7	
9	906	7,7		24	2 411	3,8	
10	1 012	7,5		25	2 502	3,8	
11	1 123	7,6	Верхний бейнит + троостит + сорбит	26	2 605	3,7	
12	1 231	7,3		27	2 712	3,8	
13	1 325	7,1		28	2 807	3,8	
14	1 401	6,7		29	2 913	4,1	
15	1 509	6,3		30	3 041	3,9	

Графическое изображение распределения микротвердости по глубине закаленной зоны показывает типичную кривую, когда микротвердость поверхностного слоя (толщиной ~ 905 мкм) от 8,0 ГПа снижается до 5 ГПа в промежуточном слое (толщиной ~ 1225 мкм). Далее микротвердость поддерживается на уровне 3,8 – 3,9 ГПа, что свидетельствует об окончании зоны упрочнения и термического воздействия и о переходе к исходной структуре. Микроструктура поверхностного закаленного слоя представляет собой мелко игольчатый мартенсит в смеси с нижним бейнитом, в промежуточном слое она представлена дисперсной смесью верхнего бейнита, троостита и сорбита с постепенным переходом в исходную структуру [3].

Такое распределение микротвердости и структуры упрочненных гребней обеспечивает экономическую эффективность, приведенную в таблице 2

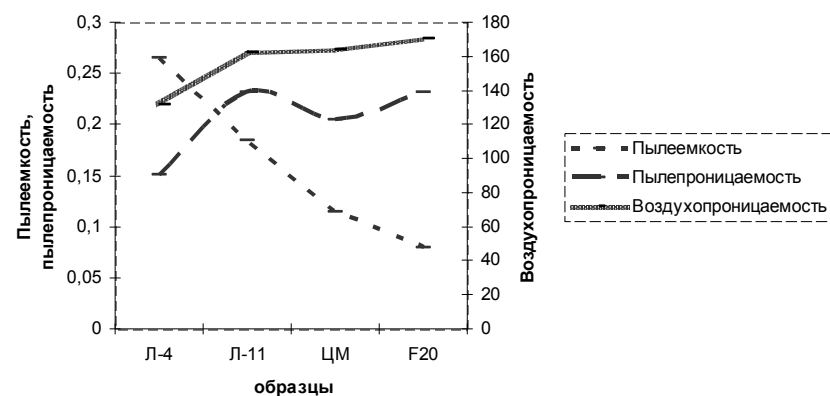


Рис. 1. Графики значений пыле- и воздухопроницаемости, пылеемкости

Проведенные исследования подтверждают актуальность разработки методик по определению показателей пылеемкости и пылепроницаемости фильтровальных тканей. Установление расчетно-экспериментальных зависимостей между коэффициентами пылепроницаемости и пылеемкости при известной воздухопроницаемости для исследуемого ассортимента фильтровальных тканей позволит в дальнейшем определять срок их службы, исходя из условий эксплуатации, а также создаст предпосылки для разработки комплексного критерия оценки, учитывающего как структурные характеристики фильтровальных тканей, так и условия их эксплуатации.

К.т.н. Галдина В.Д.

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, Россия

К.х.н. Дроздов В.А.

Омский научный центр сибирского отделения РАН, Россия

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПОРИСТЫЕ ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ БИТУМОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Техническая целесообразность применения в битумоминеральных композициях (БМК) для дорожных покрытий естественных и искусственных пористых заполнителей доказана исследованиями и производственным опытом России и ряда других стран [1 – 4]. По сравнению с асфальтобетонами на плотных заполнителях БМК на пористых заполнителях характеризуются высокой тепло-

изолирующей способностью и низкотемпературной трещиностойкостью, однако имеют высокую пористость и битумоемкость, низкую водо- и морозостойкость. Известно, что прочность, водо- и морозостойкость БМК с применением пористых каменных материалов может быть значительно повышена гидрофобизацией каменных материалов активирующими смесями (жидкими битумами с добавками ПАВ) [5, 6].

В настоящей работе представлены результаты изучения физико-механических свойств пористых заполнителей из вулканического туфа и тяжелого керамзита (дорзита) после обработки их модифицирующими вяжущими (МВ), в качестве которых были взяты: расплав серы, серогудроновое вяжущее, грунтовка акриловая проникающего действия. Зерна туфа и тяжелого керамзита характеризуются высокопористой внешней и внутренней поверхностью. Поэтому рациональные количества МФ для их обработки, определенные по методике [4], составили: расплава серы 10, серогудроновое вяжущее 6, грунтовки акриловой 7 % от массы минерального материала.

Модификацию пористых заполнителей вяжущими материалами осуществляли в лабораторном смесителе при следующих технологических режимах. Щебень из туфа и керамзит нагревали до температуры 140 – 150 °С и перемешивали с МВ в течение 30 – 40 с. Серу расплавленную дозировали в смеситель при температуре 130 – 140 °С, серогудроновое вяжущее – при 120 – 130 °С, грунтовку акриловую – без подогрева.

Истинную плотность (ρ) песка из туфа и керамзита фракции 3 – 5 мм до и после обработки их МВ определяли на автоматизированном гелиевом пикнометре газового вытеснения «АссиРус-1330» фирмы «Micromeritics», удельную поверхность по БЭТ ($S_{\text{БЭТ}}$) – экспрессным методом на адсорбционном приборе «Сорбтометр» [7]. Была применена методика одноточечной адсорбции стандартного газа азота в токе гелия [8]. Измерения проводили при относительном давлении паров азота $P/P_0 = 0,075$ и температуре 77,4 К. Пористость образцов и средний диаметр пор вычисляли по формулам [7]:

$$\Pi = \frac{\Pi_o \rho_r}{1 + \Pi_o \rho_r} 100, \quad (1)$$

где Π – общая пористость, об.%; Π_o – открытая пористость, об. %; ρ_r – истинная плотность, определенная гелиевой порометрией, г/см³;

$$d_{\text{cp}} = \frac{4\Pi}{S_{\text{БЭТ}}}, \quad (2)$$

где d_{cp} – средний диаметр пор, мкм; Π – пористость, см³/г; $S_{\text{БЭТ}}$ – удельная поверхность, см²/г.

Повышенное содержание углерода (0,57-0,65%) в этой стали, с одной стороны, обеспечивает износостойкость и контактную выносливость, с другой стороны, снижает теплостойкость. Ванадий, введенный в ее состав, повышает термостойкость и способствует улучшению сопротивляемости термическим и термомеханическим воздействиям.

Упрочнению подвергалась зона перехода от рабочей поверхности гребня к поверхности катания. Зона упрочнения начинается на расстоянии 2-3 мм от вершины гребня и имеет ширину 25-26 мм. Твердость упрочненного слоя, измеренная переносным твердомером ТЭМПЗ, составляет 777 единиц, что в переводе на твердость по Роквеллу соответствует 65,2 HRC, а по Виккерсу – 852 HV. Твердость не упрочненного гребня соответственно 576 единиц или 32 HRC, 324 HV. После плазменного упрочнения был произведен микроструктурный анализ поверхностного слоя, определен химический состав всех зон по сечению, микротвердость по глубине упрочненной зоны, измерена толщина закаленного слоя на растровом электронном микроскопе JEOLISM-5910 и оптическом микроскопе фирмы Leica Microsystems (Германия). Микротвердость металла была определена по методу Виккерса на инвертированном микроскопе фирмы Leica Microsystems при нагрузке 2,5Н. Величина микротвердости зависит от диагонали полученного отпечатка и измерена в единицах по Виккерсу (HV).

Процесс поверхностного плазменного упрочнения заключается в быстром нагреве поверхности гребня плазменной струей и охлаждения за счет естественного теплоотвода в холодные слои металла. Плазменная струя расположена под углом 45-50° к закаливаемой поверхности. Нагрев поверхностного слоя осуществляется до температуры (0,85-0,95) $T_{\text{пл}}$. Длительность нагрева и охлаждения составляет соответственно ~ 1,0-1,2с и

~ 1,7-2,0с. Скорость нагрева может достигать ~ 1500К/с. При сверх быстрых скоростях нагрева фазовые превращения смещаются в область высоких температур и это обстоятельство сильно влияет на кинетику возникновения и роста зародышей новой фазы. Соотношение между скоростью зарождения и скоростью их роста меняется, по мере повышения температуры процесс зарождения зерен новой фазы (аустенита) происходит быстрее, чем ускорение их роста, наблюдается все большее количественное опережение скорости зарождения над скоростью роста. Это приводит к тому, что по мере смещения $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения в область высоких температур все большую роль играет процесс зарождения, а процесс же роста зародышей в значительной степени подавляется. В итоге формируется мелкозернистый аустенит, который превращается высокодисперсный «бесструктурный» мартенсит.

В принципе, регулируя количество введенной энергии можно создать таких условий протекания $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения, когда единственной возможностью перехода исходных фаз в аустенит оказывается процесс зарождения. Таким образом, открывается возможность получения сверхмелкого аустенита, когда размеры зерен окажутся соизмеримыми с критическим размерам при тем-

воления аустенита составляет (в зависимости от состава стали) 400 – 700⁰С. Такая природная особенность широко распространенных сталей – наличие большого температурного интервала аустенитной области – показывает физическую возможность и целесообразность использования скоростного нагрева высококонцентрированными источниками энергии. На этом основано использование низкотемпературной плазмы, которая находит все более широкое применение при термической обработке наиболее нагруженных деталей [1,2].

Широкому применению низкотемпературной плазмы для упрочнения способствует и то, что энергетические и тепловые параметры струи низкотемпературной плазмы сравнительно легко регулируются в широких пределах. Так, установлено, что плазмообразующий газ оказывает существенное влияние на энергетические характеристики плазменной дуги. Для повышения эффективности теплового процесса используют двухатомные газы, имеющие большее теплосодержание при низких температурах. Однако стойкость электродов при их использовании снижается в 3-5 раз по сравнению с аргоном.

Энергетические и тепловые параметры плазменной дуги можно регулировать не только за счет изменения состава и расхода газа, но и за счет изменения тока дуги, диаметра и длины плазмообразующего канала, расстояния между соплом и поверхностью упрочняемого изделия.

Температура плазменной дуги возрастает с увеличением потенциала ионизации, величины тока плазменной дуги и с уменьшением диаметра сопла плазменной горелки. Сжатая плазменная дуга может иметь различную длину. Внутри сопла она сжата, однако при выходе за его пределы начинает постепенно расширяться до размеров свободной дуги. На расстоянии 20-30 мм от нижнего среза сопла плазменный столб расширяется до свободных размеров. Поэтому расстояние между соплом и поверхностью обрабатываемого изделия обычно находится в пределах 10-20 мм.

Исходя из этих положений нами при плазменной закалке гребней железнодорожных колес принят следующий режим:

Ток электрической дуги, А 275

Напряжение электрической дуги, В 120

Номинальная мощность дуги, кВт 35

Диаметр сопла, мм 3,5

Расстояние от среза до закаливаемой поверхности, мм 15

Расход защитного газа, л/ мин 3-6

Частота вращения колесной пары, об/мин 0,143

(7,0-7,2 оборотов за минуту)

Плазменному упрочнению подвергались бандажки, изготовленные из стали марки 2 в соответствии с требованиями ГОСТ 398-96. Химический состав стали, %: С 0,57 – 0,65; Si 0,22-0,45; Mn 0,60 – 0,90; V до 0,15; P не более 0,035; S не более 0,040. Эта сталь является аналогом высокоуглеродистой конструкционной стали 60 с тем отличием, что в ней хром заменен ванадием (до 0,15%).

Результаты эксперимента, установленные по стандартной методике ГОСТ 8269.0 и гелиевой порометрией на образцах туфа (Т) и тяжелого керамзита (К), обработанных расплавом серы (ТС и КС), серогудроновым вяжущим (ТСГ и КСГ) и грунтовой (ТГ и КГ), приведены соответственно в табл.1 и 2.

После модификации зерен пористых заполнителей понижаются пористость, удельная поверхность и средний диаметр пор. По величинам среднего диаметра пор и удельной поверхности зерна туфа и керамзита относятся к макропористым сорбентам. Однако заполнители из туфа и тяжелого керамзита содержат поры различных размеров – от макропор до микропор и их можно отнести к сорбентам смешанного типа [9].

Об эффективности модификации свидетельствуют физико-механические свойства пористых заполнителей фракции 10 – 15 мм, представленные в табл. 3.

Таблица 1

Физические свойства зерен туфа до и после модификации

Показатель	Стандартный метод, вид пористого заполнителя			Показатель	Гелевая порометрия, вид пористого заполнителя		
	Т	ТС	ТГ		Т	ТС	ТГ
ρ , кг/м ³	2,770	2,680	2,420	ρ_r , кг/м ³	2,860	2,739	2,399
ρ_m , кг/м ³	1,850	1,864	1,780	П, об. %	44,02	32,12	30,90
П, об. %	33,2	30,45	29,4	П, см ³ /г	0,1538	0,1174	0,1288
				S _{БЭТ} , см ² /г	7000	5000	5900
По, об. %	27,5	17,28	18,64	d _{ср} , мкм	0,879	0,854	0,858

Таблица 2

Физические свойства зерен керамзита до и после модификации

Показатель	Стандартный метод, вид пористого заполнителя				Показатель	Гелевая порометрия, вид пористого заполнителя			
	К	КС	КСГ	КГ		К	КС	КСГ	КГ
ρ , г/см ³	2,54	2,49	2,51	2,33	ρ_r , г/см ³	2,5321	2,4226	2,436	2,199
ρ_m , г/см ³	1,6	1,63	1,564	1,54	П, %	36,9	23,2	24,7	24,15
П, %	37,1	33,2	34,88	31,4	П, см ³ /г	0,1457	0,0948	0,0991	0,1075
					S _{БЭТ} , м ² /г	5000	4800	4900	5000
По, %	22,73	12,45	14,48	13,5	d _{ср} , мкм	1,166	0,790	0,809	0,861

Таблица 3

Физико-механические свойства пористых заполнителей фракции 10 – 15 мм до и после модификации

Показатель	Пористый заполнитель до и после модификации							
	Т	ТС	ТСГ	ТГ	К	КС	КСГ	КГ
Средняя плотность, кг/м ³	1850	1864	1733	1668	1600	1630	1564	1517
Пористость, об. %	35,25	29,65	31,19	28,43	37,01	33,62	34,88	31,40
Водопоглощение, об. %	27,57	17,30	20,64	14,96	23,73	14,04	15,93	13,99
Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа, по ГОСТ 9758-86*	1,65	4,03	3,15	3,42	4,83	6,84	6,15	6,55

Как следует из данных табл. 3, модификация пористых заполнителей способствует уменьшению пористости зерен щебня из туфа на 4,06 – 6,82 об. %, керамзита – на 2,13 – 5, 61 об. %. Водопоглощение зерен щебня из туфа снижается на 6,93 – 10,27 об. %, керамзита – на 7,8 – 9,74 об. %. Прочность при сдавливании в цилиндре зерен щебня из туфа повышается в 1,5 – 2,4 раза, керамзита – в 1,2 – 1,4 раза по сравнению с прочностью необработанных зерен. Большое увеличение прочности и снижение пористости наблюдается при модификации пористых заполнителей расплавом серы и грунтовкой акриловой.

Сера обладает низкой вязкостью в интервале температур 120 – 150 °С, высокой адгезией к пористым материалам, гидрофобностью, водостойкостью, достаточной механической прочностью. После охлаждения расплава или серогудронового вяжущего сера постепенно кристаллизуется в порах каменного материала, повышая его прочность, водо- морозостойкость.

Грунтовка акриловая представляет собой дисперсию акриловых полимеров в воде, имеет высокие проникающую способность и скорость отвердевания, хорошую адгезию к различным материалам и водостойчивость. После удаления влаги дисперсные частицы полимера коагулируют с образованием сплошной полимерной пленки на поверхности и в порах каменного материала.

Таким образом, выполненными исследованиями установлено значительное улучшение физико-механических свойств в результате модификации поверхности и порового пространства пористых заполнителей. Внутренняя поверхность пор этих материалов гидрофобизируется и частично коагулируется, что приводит к уменьшению общей и открытой пористости, повышению прочности пористых заполнителей.

Модификация зерен щебня из туфа и керамзита позволила уменьшить оптимальное содержание битума и водонасыщение битумоминеральных композиций (с гранулометрией типа В по ГОСТ 9128-2009), повысить их прочность при температурах 50, 20 °С и теплоустойчивость, водо- и морозостойкость за счет увеличения адгезии битума к поверхности зерен, а также уменьшения ко-

личества воды, проникающей в поры, и повысить трещиностойкость вследствие предотвращения избирательной диффузии компонентов битума в поры пористого заполнителя.

Литература:

1. Сухоруков, Ю.М. Пористые каменные дорожно-строительные материалы / Ю.М. Сухоруков. – М.: Транспорт, 1984. – 143 с.
2. Прокопец, В.С. Асфальтобетоны на основе пористых заполнителей Западной и Восточной Сибири / В.С. Прокопец, В.Д. Галдина, Г.А. Подрез // Строительные материалы. – 2009. – № 11. – С. 26 – 28.
3. Gallaway, В.М. Laboratory Considerations for the Use of Lightweight for Hot-Mix Asphalt Pavements // В.М. Gallaway, W. I. Harper / Highway Res. Rec. – 1968. – № 236. – P. 61 – 74.
4. Литвинова, Т.В. Битумоемкость дорожного керамзита / Т.В. Литвинова, Ю.В. Соколов, Л.С. Петрова // Асфальтовые и цементные бетоны для условий Сибири: сб. науч. тр. – Омск: ОмПИ, 1989. – С. 60 – 67.
5. Гезенцевей, А.Л. Повышение качества битумоминеральных материалов из слабых известняков / А.Л. Гезенцевей, Н.В. Горельшев, Г.С. Бахрах // Автомобильные дороги, 1972. – № 5. – С. 19.
6. Матузков, В.А. Активация щебня из малопрочного известняка для производства холодных асфальтобетонных смесей / В.А. Матузков, А.В. Космин // Исследование цементных бетонов и пластбетонов: сб. науч. тр. – Омск: ОмПИ, 1988. – С. 30 – 34.
7. Грег, С. Адсорбция. Удельная поверхность. Пористость / С. Грег, К. Синг. – М.: Мир, 1984. – 310 с.
8. Loweil, S. Powder Surface Area and Porosity / S. Loweil, J.E. Shilds. – London: UK, 1984. – 234 p.
9. Айнштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учебник. – Кн. 2. / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов.; под ред. В.Г. Айнштейна. – М.: Логос; Высш. шк., 2002. – 872 с.

Сарсембаева Т.Е., д.т.н., профессор Канаев А.Т.

Казахский агротехнический университет им.С. Сейфуллина, Казахстан

ПОВЕРХНОСТНОЕ ПЛАЗМЕННОЕ УПРОЧНЕНИЕ ГРЕБНЕЙ КОЛЕС ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Как известно, для большинства видов термической обработки с медленным нагревом основным правилом назначения температурного режима является нагрев выше верхней критической точки на 20-30 °С, $t = A_{c3} + (20-30)^\circ C$. В этом случае достигается только низкотемпературная часть аустенитной области. Из диаграммы состояния Fe – Fe₃C следует, что температурный интервал существ-