



Министерство образования  
Республики Беларусь  
**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

**Проблемы  
инженерно-педагогического  
образования  
в Республике Беларусь**

**МАТЕРИАЛЫ**

**V Международной  
научно-практической конференции**

**Часть 1**

**Минск  
БНТУ  
2011**

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

**Проблемы  
инженерно-педагогического  
образования  
в Республике Беларусь**

**МАТЕРИАЛЫ  
V Международной  
научно-практической конференции**

24–25 ноября 2011 года

В 2 частях

Часть 1

Минск  
БНТУ  
2011

УДК 62:378 (063)

~~ББК 74.58~~

П 78

Редакционная коллегия:

*Б.М. Хрусталева* (гл. редактор), *С.А. Иващенко* (зам. гл. редактора),  
*И.А. Иванов, В.А. Клименко, В.И. Черновец,*  
*Ф.А. Романюк, Е.Е. Петюшик, А.А. Дробыш*

Рецензенты:

д-р пед. наук, проф. *Р.И. Купчинов;*  
д-р техн. наук, проф. *А.С. Калиниченко*

В сборнике рассматриваются вопросы современного состояния инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь, анализируются современные педагогические, методические и психологические задачи в системе профессионального образования и пути их решения. Представлены некоторые разработки в области техники и технологии новых материалов.

## **ОЦЕНКА СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ СТРУКТУР ТЕПЛОВЫХ ТРУБ**

*БНТУ, г. Минск*

Наиболее сложным в конструктивном плане элементом тепловой трубы (ТТ) является капиллярная структура (КС). В современных тепловых трубах наиболее распространены КС, изготовленные на основе сеток, металлического войлока, порошков, а также выполненные конструкционным образом. Из перечисленных КС наиболее простыми являются конструкционные, которые представляют собой систему канавок, выполненных на внутренней поверхности корпуса ТТ. Конструкционные капиллярные структуры обладают высоким коэффициентом теплопроводности, однако создают небольшое капиллярное, что ограничивает область их применения. Анализ существующих способов получения КС показал, что на современном уровне развития технологии наиболее перспективными являются методы порошковой металлургии [1, 2]. Основными материалами, которые применяются для изготовления КС, являются нержавеющая сталь, медь, никель, титан. В таблице 1 приведены основные характеристики КС ТТ из порошков титана и никеля [3]. Предел прочности таких материалов составляет 5-15 МПа.

Основными операциями, которые входят в процесс изготовления КС из металлических порошков, являются: выбор порошка с подходящим гранулометрическим составом и физико-химическими свойствами, компактирование, прессование и спекание.

Производство КС из никелевых (рисунок 1) и титановых порошков требует существенных энергозатрат и специального оборудования, например, вакуумные печи для спекания

и прессовое оборудование для компактирования волокон и порошков в КС.

Таблица 1 – Основные характеристики КС ТТ

Порошок	Размер частиц порошка, мкм	Пористость, %	Средний диаметр пор, мкм	Коэффициент проницаемости, $K \times 10^{-13}, \text{м}^2$	Коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м} \times \text{К})$
ТТМ	23 – 26	60 – 68	53 – 7,0	8 – 18	0,6 – 1,2
ТТОМ	15 – 18	56 – 63	3,5 – 4,8	4 – 8	0,8 – 1,5
ТНК1Л5	9,5	58 – 67	1,3 – 1,7	0,5 – 1,0	5 – 10
ТНК1Л6	6,6	60 – 67	1,1 – 1,4	0,4 – 0,7	5 – 8
ТНК1Л7	5,4	60 – 67	0,83 – 1,3	0,2 – 0,6	–
ТНК1Л8	5,2	62 – 67	0,72 – 1,1	0,2 – 0,4	–

Размещение КС в корпусе ТТ также сопряжено с рядом технологических трудностей. Так запрессовку КС в корпус испарителя сложно осуществить без ее разрушения, кроме того контакт КС и корпуса испарителя имеет большое тепловое сопротивление. Поэтому предпочтительным является формование и спекание КС непосредственно в корпус испарителя. Серьезной проблемой также является усадка при спекании, в результате

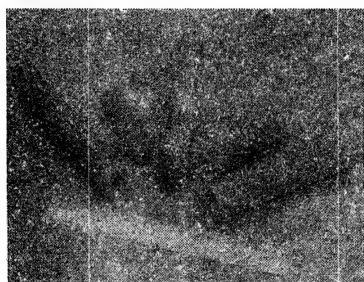


Рисунок 1 – КС ТТ из порошка никеля (Институт теплофизики УрО РАН)

которой на границе между КС и корпусом испарителя возникают крупные поры, которые уменьшают капиллярное давление в КС.

Постоянное увеличение тепловых нагрузок и длин ТТ приводят к тому, что существующие конструкционные и вставные типы КС не обеспечивают соответствующий транспорт жидкости. Для решения этой проблемы используются

комбинированные КС, имеющие, в отличие от описанных ранее, капиллярно-артериальную структуру, т.е. помимо КС, расположенной на стенке корпуса ТТ, содержащие специальные транспортные артерии [4]. Комбинированная КС может быть образована пористым экраном, между которым и стенкой корпуса ТТ образован канал достаточно большого поперечного сечения [5].

Противоречивые требования, предъявляемые к КС, можно сформировать как требование наличия максимальной проницаемости пористого порошкового материала, из которого изготовлена КС, при заданном размере пор. Один из методов повышения проницаемости – создание структур с порами одного размера [6], для чего целесообразно использовать порошки с узким интервалом размеров частиц, а также порошки со сферической формой частиц. Помимо вида исходного порошка, характер порораспределения во многом зависит от способа получения ППМ. Для изготовления ППМ с узким порораспределением используются различные методы формования, которые можно разделить на две группы: с приложением и без приложения давления. К первой группе относятся такие методы, как гидростатическое [7] и гидродинамическое прессование [8], а также изостатическое прессование в толсто-стенных эластичных оболочках и др. Методы формования ППМ без приложения давления являются более экономичными, поскольку не требуют применения сложного прессового оборудования и оснастки. Наиболее простым способом получения ППМ с высокой степенью однородности поровой структуры является способ спекания порошка, свободно насыпанного в форму [9]. Способ прост, технологичен, позволяет получать материалы с открытой пористостью 50-55%. Добиться выравнивания размеров пор можно посредством различных дополнительных воздействий на ППМ, например, пластически деформированием. При этом коэффициент проницаемости, а также минимальный размер пор практически

не меняется, в то время как капиллярное давление за счет уменьшения максимального размера пор увеличивается на 15-20%. Перечисленные выше способы получения ППМ с узким порораспределением позволяют получать материалы, имеющие повышенную проницаемость при заданном размере пор, однако повышение проницаемости при этом невелико и не превышает 50%.

Наиболее эффективным направлением повышения капиллярных и проницаемых свойств ППМ является создание неоднородных по объему структур, у которых размер пор изменяется в заданном направлении [10]. Капиллярные свойства таких материалов определяются минимальным размером пор, а их проницаемость намного выше, чем изделий с однородной поровой структурой и теми же капиллярными свойствами. Наиболее распространенными материалами и неоднородной структурой являются многослойные ППМ, слои которых выполнены из порошков разного гранулометрического состава [11]. Технология изготовления таких ППМ включает послойное формование заготовок из порошков различного гранулометрического состава и последующее спекание либо поэтапное припекание пористых слоев друг к другу, начиная со слоя, состоящего из наиболее крупных частиц, и далее в сторону убывания их размеров [12]. Однако эти способы получения многослойных ППМ обладают рядом недостатков. Так, способ, основанный на поэтапном припекании слоев, не позволяет получить достаточную механическую прочность изделия и малопроизводителен, так как требует многократного применения длительной операции спекания. Способ послойного формования хотя и позволяет получать изделие за одно спекание, однако из-за различного поведения слоев не дает требуемого комплекса физико-механических свойств (механическая прочность, теплопроводность), что снижает качество изделий, и в ряде случаев приводит к технологическому браку – неспеканию слоев из частиц большего размера или пережогу

слоев частиц среднего размера, а также короблению изделий. Наиболее высокими транспортными свойствами обладают ПКС с плавно меняющимся вдоль оси НТТ порораспределением [13]. Для получения ППМ с плавно меняющимся по объему размером пор разработан способ, основанный на применении вибрации в процессе формования [14]. При определенных режимах вибрации частицы порошка разного размера перемещаются относительно друг друга, что приводит к перераспределению их таким образом, что мелкие частицы опускаются вниз, а крупные поднимаются вверх. В работе [15] авторы предлагают для получения однородного ППМ применять гидровзрывной способ. Разработаны также способы получения ППМ с переменным по объему порораспределением путем пластического деформирования пористой заготовки [16]. Недостаток указанных способов – низкая пористость и, как следствие, низкая проницаемость конечного изделия. Анализ рассмотренных способов получения ПКС показал, что наиболее перспективными с точки зрения обеспечения повышенных эксплуатационных характеристик ТТ являются разработки, направленные на создание КС с переменным по объему порораспределением.

Значительный интерес представляют КС из неметаллических материалов, получаемые, например, с помощью гелевой технологии. Так, авторы [17, 18] для получения КС предложили использовать в качестве основного материала оксид алюминия, нанесенный в виде тонкого слоя на внутреннюю поверхность алюминиевой тепловой трубы с аксиальной канавчатой структурой. Этот материал химически пассивен в контакте с большинством теплоносителей, таких как, например, аммиак, вода, пропилен, ацетон, а также спирты, включая этанол, метанол и т.п. Авторами впервые проанализированы и обобщены результаты исследований структурных, теплофизических, капиллярно-транспортных и прочностных свойств КС на основе оксида алюминия. Проведены комплексные экспериментальные исследования теплотехнических



характеристик контурных тепловых труб (КТТ) с капиллярными насосами, в которых применялись разработанные КС. Разработаны методы повышения эффективности алюминиевых КТТ по результатам физического моделирования тепловых процессов в зоне испарения КТТ, а также предложена новая двухмерная математическая модель процессов теплопередачи для анализа температурного поля корпуса КТТ. Для формирования КС использовали порошки оксида алюминия со средним размером частиц 5 мкм и 0,5 мкм, спеченные на воздухе. Коэффициент проницаемости спеченного материала составил  $(0,3-0,7) \times 10^{-13} \text{ м}^2$ , коэффициент теплопроводности 1,2-2,1 Вт/(м×К), размер пор, определенный методом ртутной порометрии, составил 4-6 мкм, пористость – 60-65%. Механическая прочность спеченного материала при сжатии в зависимости от пористости в диапазоне пористости КС 55-75 % для спеченных образцов диаметром 12 мм и высотой 12 мм составила 9...24 МПа для порошка со средним размером частиц 5 мкм и 18...27 МПа для порошка со средним размером частиц 0,5 мкм. Необходимо отметить, что в указанных публикациях не приводятся режимы компактирования и спекания, а также не указывается, каким образом КС размещена в корпусе ТТ. Однако сама идея формирования КС на основе оксида алюминия представляет значительный интерес.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов, Ю.Ф. Капиллярно-пористые фитили для низкотемпературных тепловых труб / Ю.Ф. Герасимов [и др.] // Сб. трудов вузов Российской Федерации / Уральский политех. институт им. С.М. Кирова. – Свердловск, 1976. – Атомная и молекулярная физика. – С. 104-106.
2. Майданик, Г.Ф. Основы технологии изготовления антигравитационных тепловых труб с отдельными каналами / Г.Ф. Майданик [и др.] // Сб. науч. тр. / ФЭИ. – Обнинск, 1980.

- Ч. 2: Теплофизические исследования – тепловые трубы: теплообмен, гидродинамика, технология. – С. 114-151.

3. Майданик, Ю.Ф. Контурные тепловые трубы и двухфазные теплопередающие контуры с капиллярной прокачкой: автореф. дисс. ... докт. техн. наук: 01.04.14 / Ю.Ф. Майданик; МЭИ. – М., 1993. – 47 с.

4. Воронин, В.Г. Низкотемпературные тепловые трубы для летательных аппаратов / В.Г. Воронин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1976. – 200 с.

5. Тепловая труба: а.с. 892182 СССР. / М.Н. Ивановский, В.В. Просветов, А.И. Строжков // Открытия. Изобретения. – 1981. – № 47.

6. Шелег, В.К. Моделирование -- важный этап создания порошковых пористых материалов с требуемым комплексом свойств / В.К. Шелег [и др.]. // Порошковая металлургия. – Минск: Вышэйшая школа, 1981. – Вып.5 – С. 145-149.

7. Розанов, Б.В. Технология и оборудование для гидростатического прессования / Б.В. Розанов, Л.Ю. Максимов. – М.: ИИИинфортяжмаш, 1971. – №11–70–7. – 62 с.

8. Роман, О.В. Особенности расчета параметров нагружения при гидровзрывном прессовании тонкостенных элементов сложной формы / О.В. Роман [и др.]. // Порошковая металлургия. – Минск: Вышэйшая школа, 1980. – Вып.4. – С. 3-7.

9. Витязь, П.А. Выбор оптимальных параметров спекания свободнонасыпанного порошка с применением ЭВМ / П.А. Витязь, А.Х. Насыбулин, В.К. Шелег // Порошковая металлургия. – Минск: Вышэйшая школа, 1978. – Вып.2. – С. 66-74.

10. Капцевич, В.М. Исследование и разработка процесса регулирования порораспределения в проницаемых материалах: дисс. ... канд. техн. наук. / В.М. Капцевич. – Минск, 1980. – 213 с.

11. Аренсбургер, Д.С. Металлокерамические фильтры из титана / Д.С. Аренсбургер, В.С. Пугин, А.А. Гатушкин // Порошковая металлургия. – 1969. – № 10. – С. 93-99.

12. Способ изготовления методом порошковой металлургии многослойных пористых формованных изделий: патент ФРГ № 1458295. – опубл. 27.04.72.

13. Пористая структура тепловой трубы с градуированным размером пор: патент США № 41170262. – опубл. 09.10.79.

14. Шаталов, И.Г. Физико-химические основы вибрационного уплотнения порошковых материалов / И.Г. Шаталов, Н.С. Горбунов, В.И. Лихтман // Порошковая металлургия. – 1966. – № 2 – С. 15-20.

15. Роман, О.В. Прессование осесимметричных изделий гидровзрывным методом / О.В. Роман, А.А. Мальцев, В.Т. Шмурадко // Порошковая металлургия. – Минск: Вышэйшая школа, 1978. – Вып.2. – С. 3-7.

16. Способ изготовления спеченных пористых изделий: а.с. 982258 СССР. / П.А. Витязь [и др.].

17. Chayrnasov, S.M. Experimentation of LHP / S.M. Chayrnasov, E.N. Pismenny, Yu.E. Nicolaenko, B.M. Rassamakin // CTSP and TSP. Tech. Jour. – January, 1999. – P. 57-61.

18. Хайрнасов, С.М. Теплогидравлические процессы в контурных тепловых трубах с капиллярным насосом на основе оксида алюминия: автореф. дис. ... канд. техн. Наук: 05.14.06 / С.М. Хайрнасов; Нац. техн. ун-т Украины. Киев. політехн. ін-т. – Киев, 2003. – 20 с.

УДК 691.421.2

Васильев А.А.

## **БЛОК СТЕНОВОЙ ТРЕХСЛОЙНЫЙ С ГИБКИМИ СВЯЗЯМИ**

*БелГУТ, г. Гомель*

*There were considered the main types of constructions of frame building wall barriers. It is shown the thickness inadequacy of existing wall barriers of frame buildings with protecting brick facing for necessary value of resistance for heat transfer. There was offered*

*the wall barrier construction for multistoried energy efficient buildings with external walls which rest on floor disks on the basis of three layer wall block with flexible ties. It is made the comparison of the use of the masonry from PGS (foam gas silicate) blocks and three layer wall blocks with flexible ties on the example of the project of the one entrance eighteen storied monolithic residential house.*

Одной из основных задач, сформулированных в концепции развития строительного комплекса Республики Беларусь на 2011–2020 гг., является строительство энергоэффективных жилых домов, объемы которого к 2015 г. намечено довести до 6 млн м<sup>2</sup>, что составит около 60 % от общей площади вводимых зданий.

Наиболее эффективным мероприятием для снижения потребления тепловой энергии в жилых зданиях является повышение термического сопротивления ограждающих конструкций вновь возводимых и эксплуатируемых зданий.

В Беларуси стеновое ограждение каркасных зданий, как правило, выполняется в виде одно- или двухслойной кладки, поэтажно опирающейся на диски перекрытий. Кладка однослойных стен обычно ведется из ячеистобетонных блоков на тонких растворных швах с последующими защитно-декоративной облицовкой штукатурным раствором и окраской. Значительно реже возводятся здания, стеновое ограждение которых выполняется двухслойным – из ячеистобетонных блоков с защитно-декоративной облицовкой из кирпича [1].

Традиционно применяются в Республике Беларусь стеновое ограждения каркасных зданий с защитной облицовкой кирпичом. В соответствии с типовой серией, принятой в нашей стране, стеновое ограждение толщиной 500 мм, выполненное из газосиликатных блоков плотностью D400, должно обеспечивать для условий эксплуатации «Б» сопротивление теплопередаче 3,68 м<sup>2</sup>·°С/Вт. Однако расчеты с учетом типичных теплопроводных включений, характерных для данной

конструкции стены, дают значительно более низкие значения сопротивления теплопередаче [1]. То есть здание с такими стенами не соответствует современным требованиям по теплозащите. Кроме того, конструктивные решения таких стеновых ограждений обладают рядом существенных конструктивных недостатков [1].

Приведенное выше указывает на необходимость (а с учетом значительной стоимости возведения и эксплуатации стенового ограждения в современных условиях – в кратчайшие сроки) разработки новых конструктивных решений стеновых ограждений на основе создания материалов и элементов отвечающим всем современным требованиям.

Одним из типов современных конструкций ограждений многоэтажных энергоэффективных зданий с наружным стенами, поэтажно опирающимися на диски перекрытий, является предлагаемая авторами А.В. Герашенко и А.А. Васильевым конструкция из штучных стеновых материалов на основе применения блока стенового трехслойного с гибкими связями [2]. Блок представляет собой трехслойную конструкцию (рисунок 1), в которой несущие слои выполнены из дисперсно-армированного бетона (стеклофибробетона), а теплоизолирующий слой – из пеностекла. Наружный и внутренний слои соединяются системой гибких связей, выполняемых из стеклотканевой сетки (Патент на полезную модель № 7498).

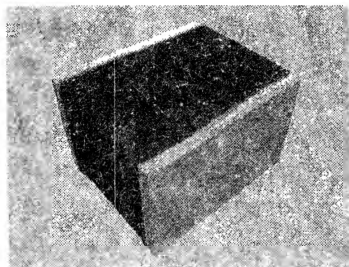


Рисунок 1 – Общий вид блока стенового трехслойного

Применение таких материалов для ограждающей конструкции оптимально, поскольку стеклофибробетон по сравнению с традиционным железобетоном обладает существенными техническими преимуществами: повышенной трещиностойкостью, ударной прочностью, вязкостью разрушения, износо- и морозостойкостью, пониженными усадкой и ползучестью, возможностью использования в тонкостенных конструкциях без стержневой или сетчатой распределительной и поперечной арматуры, снижением трудозатрат, повышением степени механизации и автоматизации производства изделий. Пено-стекло, в свою очередь, является универсальным теплоизоляционным материалом с присущими только ему уникальными теплофизическими и эксплуатационными свойствами: широчайшим температурным диапазоном применения, абсолютной непроницаемостью для воды, абсолютной негорючестью, стабильностью размеров (отсутствием усадки), стойкостью к агрессивным средам, в том числе к кислотам, высокими прочностными показателями, экологической чистотой.

По результатам предварительных испытаний получены следующие характеристики блока:

Габаритные размеры, мм	--	280×360×220 ( <i>h</i> )
Термическое сопротивление блока	--	не менее 3,5м <sup>2</sup> °С/Вт
Водонепроницаемость	--	не ниже W8
Огнестойкость	--	негорючий
Морозостойкость	--	не менее 250 циклов
Предел прочности на сжатие	--	не ниже 1,0 МПа
Масса блока	--	не более 11,5 кг

Оригинально соединенные в единое целое, эти материалы представляют собой уникальную конструкцию, сочетающую в себе лучшие свойства каждого материала в отдельности.

Для оценки возможности использования предлагаемого блока стенового трехслойного с гибкими связями выполнено

сравнение применения его и наиболее часто используемых для возведения конструкций ограждения блоков ПГС при разработке проекта одноподъездного восемнадцатизэтажного монолитного жилого дома на основе проекта ОКУП «ГОМЕЛЫГРАЖДАНПРОЕКТ». При использовании блоков ПГС (плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$ ) кладка выполняется двухслойной ( $300+250 \text{ мм}$ ) с толщиной швов  $3 \text{ мм}$ . Таким образом, ее толщина составляет  $553 \text{ мм}$ . Кладка из предлагаемых блоков стеновых трехслойных с гибкими связями – однослойная на тонких растворных швах, ее толщина равна толщине блока и составляет  $280 \text{ мм}$ . Обе конструкции позволяют обеспечить требуемое значение сопротивления теплопередаче ( $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ).

С учетом уменьшения толщины ограждения практически в два раза возможны два варианта выполнения ограждающей конструкции: первый – с сохранением внутреннего контура, второй – с сохранением внешнего контура. В первом варианте уменьшается площадь монолитной плиты перекрытия на  $24,9 \text{ м}^2$ , соответственно объем бетона в уровне перекрытия – на  $5,0 \text{ м}^3$  и его масса – на  $12,5 \text{ т}$ . Во втором варианте в уровне одного этажа увеличивается общая площадь квартир на  $22,3 \text{ м}^3$ . В обоих вариантах при применении блока стенового трехслойного с гибкими связями объем кладки наружных стен в уровне одного этажа уменьшается на  $40 \text{ м}^3$ . Соответственно нагрузка от наружных стен для одного этажа уменьшается на  $24,0 \text{ т}$ . Сравнение стоимости возведения здания на примере проекта 267.08 «106 кв. Жилой дом по улице строителей, 18/14 в г. Бобруйске» показывает, что экономия при возведении здания из блоков стеновых трехслойных в ценах на 01.05.2011 г. составляет ориентировочно –  $760 \text{ млн. бел. руб.}$

Таким образом, использование блока стенового трехслойного с гибкими связями позволяет значительно уменьшить стоимость не только возведения наружных стен, но и за счет существенного уменьшения объема и массы несущих конструкций – стоимость всего здания в целом.

Помимо вышеперечисленных, блоки стеновые трехслойные обладают рядом дополнительных качеств, позволяющих их эффективно эксплуатировать: возможностью выполнения фасадной стороны блока с декоративной отделкой в заводских условиях, повышенной коррозионной стойкостью и, как следствие, – значительной долговечностью. Кроме того, предлагаемая авторами конструкция, в основе выполнения которой лежит трехслойная панель, позволяет изготавливать блоки различных размеров и конфигураций в зависимости от проектного решения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Деркач, В.Н. Об энергоэффективности наружного стенового ограждения каркасных зданий / В.Н. Деркач, А.Я. Найчук // Архитектура и строительство. – 2011. – № 1. – С. 22–25.
2. Васильев, А.А. Новый материал для конструкций стеновых ограждений энергоэффективных зданий / А.А. Васильев, М.В. Лапата, А.В. Геращенко // Строительная наука и техника. – 2011. – № 4. – С. 17–20.

УДК 621.225.2

*Данильчик С.С.*

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ АМПЛИТУДЫ ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ТОЧЕНИИ С АСИММЕТРИЧНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ**

*БНТУ, г. Минск*

Для исследования точения с асимметричными колебаниями инструмента использовалось устройство, схема которого представлена на рисунке 1а.

В устройстве ведущее звено 1 (шпиндель станка) сообщает вращение кулачку 2, профиль которого зависит от формы задаваемой траектории колебательного движения инструмента. Кулачок через рычаг 3 обеспечивает возвратно-поступательное



движение плунжеру 4 плунжерного насоса 9. Масло по рукаву высокого давления 13 подается на диафрагму 11 исполнительного механизма 10 и перемещает толкатель 12, который, в свою очередь, сообщает колебательное движение резцедержателю с инструментом (на схеме не показан). При уменьшении величины подачи инструмента амплитуду его колебаний также необходимо уменьшать. Проще всего величину амплитуды установить упором.

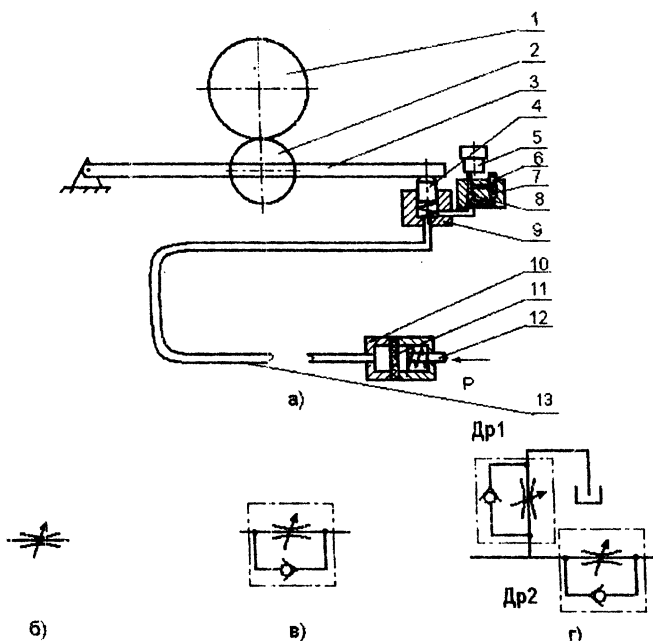


Рисунок 1 – Принципиальная схема виброустройства

При ограничении величины перемещения инструмента упором ограничивается ход толкателя 12, давление масла в системе увеличивается, и его излишки через подпружиненный клапан 7 вытесняются в бак 5. Клапан 7 настраивается на определенное давление винтом 6. При дальнейшем вращении кулачка давление в системе уменьшается.

В результате падения давления и под действием пружин и сил резания толкатель совершает движение в обратном направлении. По окончании движения толкателя давление в системе продолжает падать, и масло из бачка засасывается в полость плунжерного насоса через открытый клапан 8. Клапан 9 в это время закрыт.

В результате изменения амплитуды траектория колебательного движения инструмента, задаваемая кулачком, должна гарантированно выполняться. Но движение до упора приводит к временной остановке резца, колебательное движение инструмента прекращается, а масло, нагнетаемое насосом, сливается в бачок 5. Часть оборота кулачок при этом совершает вхолостую. В результате траектория внутрицикловых колебаний при точении с амплитудой  $A$  будет иметь вид, представленный на рисунке 2. Наложение их на постоянную подачу  $S_0$  обеспечивает схему точения с асимметричными колебаниями.

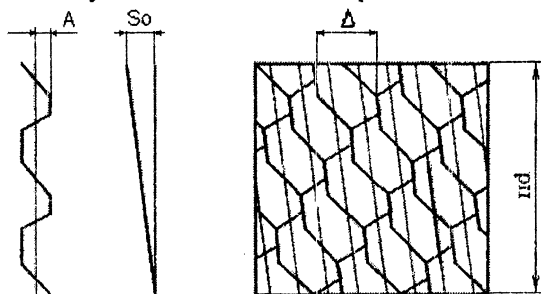


Рисунок 2 – Схема точения с асимметричными колебаниями инструмента при установке амплитуды упором

Из рисунка видно, что в траектории инструмента возникают участки перемещения с рабочей подачей  $S_0$  в конце прямого и обратного ходов цикла колебания инструмента. В этом случае форма элементов стружки усложняется. Максимальное расстояние между соседними траекториями движения режущего инструмента  $\Delta$  равно  $2S_0$  как и при симметричном вибрационном точении. Следовательно, на обработанной

поверхности остаются высокие гребешки, что приводит к увеличению шероховатости поверхности. Напрашивается вывод, что недостаточно с уменьшением подачи уменьшать амплитуду колебания инструмента. Необходимо с целью устранения плоских вершин в цикле колебания регулировать скорость колебательных движений режущего инструмента.

Предложено установить на рукав высокого давления устройства дроссель (рисунок 1б), которым регулируется объем масла, подаваемого на исполнительный механизм. С уменьшением диаметра проходного отверстия дросселя уменьшается амплитуда колебания инструмента. Скорость перемещения исполнительного механизма определяется перепадом давления на дросселе. Неиспользованное масло подается в бачок, откуда при обратном движении резца возвращается в систему. Дросселем обеспечивается перемещение резца в сторону основной подачи с заданными скоростью и амплитудой. Однако при обратном движении профиль управляющего кулачка не гарантирует необходимую траекторию движения инструмента. Скорость обратного тока масла через дроссель будет меньше чем прямого, т.к. перепад давления на дросселе будет меньше чем при прямом движении. На рисунке 3, к примеру, представлены теоретическая траектория колебательного движения инструмента (а) и действительная (б) при точении с коэффициентом асимметрии  $\xi = 2$ . При точении с названным коэффициентом две части цикла колебания приходится на врезание инструмента (движение в сторону основной подачи) и одна часть – на отвод.

В связи с увеличением периода отвода для обеспечения определенной амплитуды необходимо увеличивать скорость движения резца внутри цикла его колебания в сторону основной подачи. Но при этом траектория внутрицикловых движений инструмента значительно искажается. В конце цикла движение инструмента прекращается, что связано с возвратом масла в систему из бачка. Наиболее близкой действительная

траектория движения резца к теоретической будет в тех случаях, когда скорость обратного движения резца меньше скорости, обеспечиваемой кулачком.

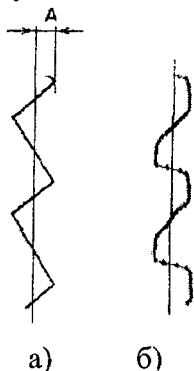


Рисунок 3 – Траектория колебательного движения инструмента относительно заготовки

Если же в рукав высокого давления установить дроссель, выполняющий дросселирование в одну сторону и свободно пропускающий масло в другую (рисунок 1в), можно обеспечить свободный ход масла через дроссель в обратном направлении и тем самым увеличить скорость обратного движения инструмента. Полученная траектория колебания инструмента приближается к теоретической. Но, как и в предыдущих способах регулирования амплитуды, не устраняются участки неподвижного положения резца в конце обратного хода. Чем меньшую амплитуду необходимо установить, тем продолжительнее могут быть такие участки. Масло, подаваемое в бак 5 (рисунок 1а) при уменьшении амплитуды, оказывает негативное влияние на точность траектории колебательного движения инструмента и тем самым на качество обработки поверхностей.

Решить данную проблему можно введя в систему два дросселя, свободно пропускающих масло в одну сторону, а в обратную сторону выполняющих дросселирование (рисунок 1в). Дроссель Др1 устанавливается на сливной линии. Им регулируется объем

масла, подаваемый в течение цикла на слив, и тем самым дозируется масло, свободно проходящее через дроссель Др2 и обеспечивающее процесс врезания инструмента в заготовку в направлении основной подачи с необходимой амплитудой. Регулирование дросселем Др2 скорости обратного движения масла позволяет изменять траекторию движения резца навстречу основной подачи. Управление обоими дросселями дает возможность приблизить траекторию колебательного движения резца к теоретической и установить необходимую амплитуду при использовании различных кулачков.

УДК 621.763

Дробыш А.А., Петюшик Е.Е., Прохоров О.А.  
**КАРКАСЫ ИЗ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА  
В ОБРАЗЦАХ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО  
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

*БНТУ, г. Минск*

Технический прогресс обуславливает необходимость, как разработки новых композиционных материалов, так и модернизации уже существующих. Углеродные композиционные материалы (УКМ) получают на основе непрерывного волокна и порошка. Материалы на основе порошков углерода изготавливают традиционными методами порошковой металлургии. В основе формообразования УКМ из непрерывного (дискретного) волокна лежат операции намотки волокна на стержнях или укладки волокон на направляющие стержни.

Высокая стоимость УКМ и их широкое применение в авиации и технике специального назначения привели к тому, что существующие в настоящее время технологии изготовления УКМ практически не раскрыты в открытых публикациях.

Первый способ применяют при получении изделий в форме тел вращения. Он отличается относительно хорошей технологичностью и простотой. Второй же способ подразумевает

комплекс иных как подготовительных, так и формообразующих операций. К подготовительным операциям можно отнести операцию изготовления углеродных стержней, трафаретов и т.д. Формообразование заготовок осуществляют укладкой (плетением) нитей, стержней на сборочных столах по трафаретам. Наибольшее распространение получила укладка по трафаретам, обеспечивающим гексагональную, квадратную симметрию нитей. Такая симметрия позволяет получать образцы с относительно высокими структурными и каркасными характеристиками при приемлемом уровне сложности операции плетения (укладки).

В связи с вышеизложенным, весьма актуальной является исследование процессов и разработка отечественной технологии получения УКМ.

В общем виде технология изготовления УКМ включает формирование пористого каркаса (преформы) из углеродных волокон со связующим, пропитку графитирующимися компонентами (фенольными и фурфуроловыми смолами, пеками), пиролиз и графитацию матричного материала.

Было исследовано 2 основных типа образцов: со стержневым армированием, с армированием нитью на направляющих стержнях: для изготовления стержней использовали графитированную углеродную нить Урал Н-70 («ПО «Химволокно»). Диаметр нити 0,25 мм, прочность на разрыв  $\sigma_0 = 1,2-1,5$  ГПа, модуль упругости  $E = 60$  ГПа, плотность волокна  $\rho_f = 1,4-1,5$  г/см<sup>3</sup>, диаметр единичного волокна 6 – 10 мкм.

Углеродная нить с трех катушек подается в узел скручивания, где, после пропитки связующим, скручивается в нить большего диаметра. Затем проходит через трубчатую печь, в которой при температуре  $\sim 200$  °С происходит отверждение связующего. После этого стержень подается на разделочный стол для разрезки на мерные фрагменты. Как вращение устройства для скручивания, так и перемещение тяги осуществляется за счет одного привода с соответствующим передаточным числом. Для получения

стержней использовали упрощенную схему. В качестве связующего использовали раствор 40 г пульвербакелита в 60 мл спирта. После скручивания нить сохла под натяжением в течение суток. Отверждение связующего проводили простым поджигом натянутой нити. В результате быстрого горения происходило отверждение связующего внутри нити без ее разрушения. Затем длинные стержни (диаметром  $\sim 0,75$  мм) разрезались на фрагменты длиной 30 и 40 мм. На части стержней наблюдались наплывы смолы, которые удаляли механически.

Сборку осуществляли на сборочных столиках, представляющих собой деревянную подставку, на которую наклеивали лист картона толщиной 2 мм. В картоне через трафарет пробивали отверстия для стержней диаметром  $\sim 1$  мм. Трафарет представлял собой квадрат со стороной 30 мм и расстоянием между центрами отверстий 3 мм. Перед укладкой стержни окунали в то же связующее, что и при их изготовлении.

Вначале в отверстия трафарета устанавливали вертикальные стержни, затем между вертикальными укладывали 2 слоя горизонтальных стержней под углом  $90^\circ$  друг к другу. Дальнейшую сборку (плетение) осуществляли таким образом, чтобы каждый последующий слой армирующих элементов был повернут относительно предыдущего на  $45^\circ$ .

Для изготовления стержневого каркаса использовали только стержни. При изготовлении плетеного каркаса, после укладки двух нижних рядов из стержней, дальнейший набор высоты осуществляли плетением исходной нити Урал Н-70 на гребенках (рис. 2, а). После завершения плетения два верхних слоя плетеного каркаса набирали также из стержней (рис. 2, б).

После окончания сборки образцы сушили на воздухе в течение не менее суток, а затем отделяли от столиков. Отверждение связующего проводили на воздухе в печи Naber по режиму: нагрев до  $200^\circ\text{C}$  100 минут, выдержка 60 минут. Фотографии образцов представлены на рисунке 3.

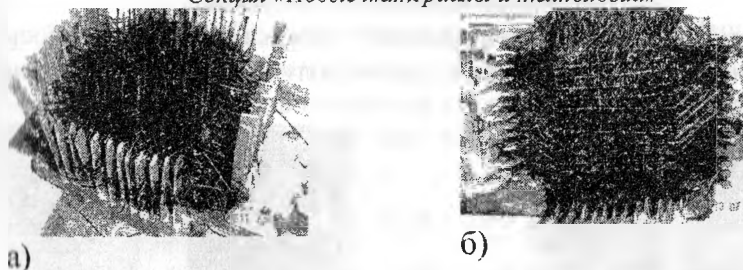
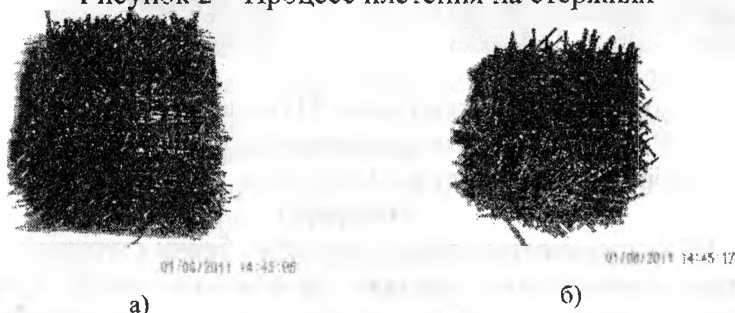


Рисунок 2 – Процесс плетения на стержнях



а) образец получен плетением, б) получен сборкой стержней  
Рисунок 3 – Образцы каркасов после отверждения связующего

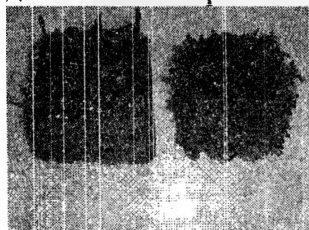
Для оценки способности полученных каркасов сохранять свою первоначальную форму при последующей пропитке матричным материалом и карбонизации образцы помещали в расплав высокотемпературного каменноугольного пека (температура расплава 236 °С) и пропитывали в течение 6 часов. Наплывы пека удаляли абразивным инструментом. Фотографии образцов представлены на рисунке 4 а.

Затем образцы помещали в графитовую лодочку и отжигали в вакууме при максимальной температуре 1300 °С. Корку, образовавшуюся на поверхности образцов после карбонизации матричного материала, удаляли абразивным инструментом. Фотографии образцов представлены на рисунке 4 б.

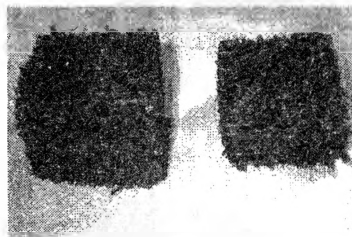
Таким образом, несмотря на двукратное воздействие на каркас расплава пека: первое – при пропитке, второе – при расплавлении пека в процессе нагрева при карбонизации,



каких-либо видимых деформаций каркаса не наблюдалось, что свидетельствует о пригодности полученных образцов для дальнейшей обработки.



а)



б)

а) после пропитки пеком, б) после карбонизации  
Рисунок 4 – Образцы каркасов после пропитки и  
(образец слева получен плетением, справа – сборкой  
стержней)

Образцы, изготовленные методом сборки стержней, вследствие относительно больших промежутков между армирующими стержнями набрали за цикл пропитки незначительное количество матричного материала. Матричный материал не удерживался силами поверхностного напряжения и вытекал из образца в процессе извлечения каркаса из расплава пека. Уменьшение же расстояния между армирующими стержнями приводило к существенному усложнению процесса сборки, накоплению структурных дефектов, вызванных неизбежными ошибками при укладке стержней в горизонтальной плоскости. Образцы, полученные плетением нити на стержнях, характеризуются удовлетворительной пропиткой.

Визуальный анализ структуры образцов показал, что расплав пека практически не проникал во внутреннее поровое пространство стержней (нитей). Это может быть объяснено, во-первых, склонностью к формированию пористости закрытого типа при нагреве бакелитовой связки, во-вторых, недостаточной смачиваемостью поверхности графитового волокна расплавом пека. В процессе пропитки при нормальном давлении расплав пека не в состоянии проникнуть в поры

(размером ~ 5–10 мкм) между волокнами нитей. Решение вышеуказанной проблемы может быть достигнуто применением связок, удаляемых в газовую фазу в процессе термической обработки (например, на основе поливинилового спирта), а также пропитки под давлением.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Roberts, T. The carbon fiber industry: Global strategic market evaluation 2006 – 2010 / T. Roberts. – Materials Technology Publications, 2006. – 295 p.

2. Global and China Carbon Fiber Industry Report, 2009-2010 [Электронный ресурс]. – <http://www.researchinchina.com/Uploads/ArticleFreePartPath/20100819143948.pdf>.

3. Morgan, P. Carbon fibers and their composites / P. Morgan. – Taylor & Francis, 2005. – 1131 p.

4. Chand, S. Carbon fibers for composites / S. Chand // J. Mater. Sci. – 2000. – Vol. 35. – P. 1303-1313.

5. Ильющенко, А.Ф. Краткий обзор современных методов получения углерод-углеродных композиционных материалов / А.Ф. Ильющенко, Е.Е. Петюшик, О.А. Прохоров, А.А. Дробыш // Сб. Порошковая металлургия (Минск). – 2010. – Вып. 33. – С. 127-135.

УДК 621

Дробыш А.А., Азаров С.М.,

Пастушенко Е.И., Балыдко Д.Н.

## **СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГРАНИТА**

*БНТУ, г. Минск*

Разработка и освоение современной высокопроизводительной технологии производству пористых изделий на основе гранита требует изучения физико-химических свойств, структурообразования дисперсных систем на их основе (шликера

и составляющих компонентов дисперсной фазы), выяснения взаимосвязи этих свойств с процессами формирования структуры и текстуры готовых изделий.

На практике, сочетание оптимального состава массы и применение регулирующих добавок-модификаторов позволяет достичь поставленную цель: повысить до известного уровня прочность заготовки на стадии формирования и сушки, а также прогнозировать влияние добавок на формирование структуры пористого керамического материала.

Приведенные выше рассуждения находятся в полном соответствии с основными положениями физико-химической механики дисперсных систем и материалов [1], строительного, коллоидно-химического материаловедения [4], нашедшими свое широкое распространение во многих отраслях промышленности.

Положения этих областей науки вполне могут быть использованы и в технологии пористых изделий для составления оптимального состава смеси на основе гранита.

Цель настоящей работы показать экспериментально эффективность и практичность способа регулирования структурно-механических и технологических свойств керамических масел для пористых изделий на основе гранита.

Общий анализ результатов изучения структурообразования суспензий показал, что граниты, входящие в состав различных масс, заметно отличаются по своей структурообразующей способности.

Стабильную, не расслаивающуюся во времени суспензию гранита Микашевичского месторождения образуют при 33% масс, при 38% масс – граниты карьера «Крапужино» и комбинированный состав гранитов при 51% масс. Это значит, что с точки зрения реологических свойств шликера это максимально возможное содержание гранитов в составе керамической массы. Добавка к смеси этих гранитов каолина приводит к тому, что для получения стабильной системы необходимо твердой фазы на 7-8% больше. Дальнейшее увеличение содержания других

компонентов смеси — очищающих добавок, плавней, песка, пегматита, полевого шпата, «боя» коренным образом меняет характер структурообразования смеси. Наступает такое состояние в системе, что коагуляционная структура в объеме шликера состоит из высокодисперсных частичек гранитных минералов и других компонентов смеси, в большинстве случаев, более грубодисперсных, с невысокими гидрофильными свойствами. Это приводит к дальнейшему уменьшению роли гранита в процессе формирования объемной коагуляционной структуры и, как результат, — резкое увеличение концентрации твердой фазы, при которой образуется устойчивая дисперсная система. Эта концентрация называется критической концентрацией структурообразования (ККС) [8]. При такой концентрации суспензия не расслаивается, сохраняет стабильность во времени, обладает текучестью, хотя уровень вязкости системы в каждом конкретном случае может существенно отличаться.

Так суспензия, где дисперсная фаза представлена гранитами Микашевичского месторождения имеет значение ККС — 33% масс, при добавке каолина ККС составляет около 42% масс и, в конечном счете, при наборе всех компонентов смеси для шликера содержание твердой фазы будет доведено до 65% масс. На практике она доводится до 69-70%, но уже не за счет оптимизации минералогического состава, а за счет применения электролитов. Это примерный механизм составления рецептуры смеси шликера для пористых материалов с позиций структурообразования и оптимальных реологических свойств.

ККС — ориентир для общей оценки процесса структурообразования составляющей дисперсной фазы гранита.

На практике используют такой показатель, как коллоидальность в технологии керамики. Влияние каждого из компонентов керамической массы можно оценить при использовании методов изучения реологического поведения суспензии, комплексной оценки процесса структурообразования. Проследив за ходом изменения реологических свойств суспензий, где по нарастающей

увеличивается число компонентов смеси, можно найти ту исходную концентрацию гранита, определяющую реологические показатели для текучей системы. Добавляя дисперсные материалы, мы обеспечиваем увеличение концентрации твердой фазы в системе, в конечном счете, останавливаемся на оптимальной с точки зрения производства влажности, плотности, вязкости суспензии.

Модифицирование – осаждение на поверхность пористых материалов приводит к формированию на поверхности частиц слоя модификатора. Можно предположить, что с увеличением количества модификатора в объеме суспензии (шликера) сформируется рыхлая, крупнопористая структура агрегатов частиц основной дисперсной фазы и частиц модификатора. Выбор модификатора в каждом конкретном случае имеет свои особенности: условия осаждения, поведение пироксида при температуре, влияние на протекание твердофазной реакции при обжиге. Этот способ относится к новой области материаловедческой науки – нанотехнологии.

При модификации гидроксидными соединениями металлов происходит изменение поверхностных свойств, а именно: покрытие поверхности гидроксидом металла приводит к изменению гидрофильных свойств, причем, эти свойства зависят как от природы модификатора, так и от его количества, степени покрытия поверхности частиц модификатором.

Характерной особенностью этого метода является тот факт, что при незначительном количестве модификатора имеет место объемное влияние на процесс структурообразования.

Анализ полученных результатов показал, что если модифицировать керамический шликер (обрабатывать поверхность ингредиентов гидроксидом), система будет резко отличаться от исходной композиции по структурно-механическим и реологическим свойствам. Исходя из реологических параметров, наиболее подходящим оказался результат, полученный при изучении технологических свойств образцов шликера,

модифицированную микроколичествами гидроксида, в пределах 0,01-0,07% масс.

Сравнительный анализ фильтрации исходного и модифицированной шликера показывает, что модифицирование твердой фазы приводит к повышению скорости водостдачи. Набор стенки толщиной 9-10 мм из модифицированного шликера завершается в течение 10-20 мин, в то время как для образцов модифицированного шликера этот процесс завершается по истечению 90-120 мин,

Наномодифицирование – метод эффективный для регулирования процесса структурообразования, позволяет уменьшать колебания реологических свойств, вызванных влиянием физико-химических свойств различных ингредиентов смеси, увеличивает технологичность шликера. Происходит стабилизация коллоидно-химических и технологических свойств, что дает возможность существенным образом уменьшить негативное влияние, вызванное физико-химическими свойствами как ингредиентами ингредиентов дисперсной фазы в отдельности, так и композиции в целом.

#### Выводы

1. Изучены структурообразование и реологические свойства дисперсных систем на основе гранитов и композиций (составов масс). Предложен реологический метод подбора оптимального состава масс.

2. Разработан эффективный метод регулирования структурообразования и технологических свойств шликера на основе масс для производства пористых изделий. Метод относится к новому направлению – нанотехнологии. Суть его заключается в модифицировании твердой фазы шликера ультравысокодисперсными частицами. Средний размер частиц модификатора соответствует размеру молекул и коллоидных частиц. В данном случае – это гидроксиды металлов или их смеси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчаренко, Ф.Д. Каолины Украины / Ф.Д. Овчаренко [и др.]. – К. Иаукова Думка. 1982. – 367 с.
2. Фурса, И.И. Исследование реологических свойств фарфоровых шликеров / И.И. Фурса // Стройкерамика. – 1981. – № 49 – С. 16-124.
3. Куприенко, П.И. Технические суспензии: регулирование коллоидно-химических и технологических свойств / П.И. Куприенко. – К.: Наук, думка, 2000. – 257 с.
4. Ребиндер, П.А. Физико-химическая механика как новая область знаний / П.А. Ребиндер // Вестник АН СССР. – 1957. – № 10. – С. 32-42.
5. Урьев, И.Б. Физико-химическая механика в технологии дисперсных систем / И.Б. Урьев. – М.: Знание, 1957. – 64 с.
6. Круглицкий, Н.Н. Основы физико-химических механики: учебное пособие для студентов хим. и химико-технологических специальностей / Н.Н. Круглицкий. – Киев. – Т. 2. – 1976. – 207 с.

УДК 621.763

Дробыш А.А., Прохоров О.А.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ  
ОБРАЗЦОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОРИСТЫХ  
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА**

*БНТУ, г. Минск*

Благодаря уникальным свойствам, чрезвычайно высокой химической стойкости, термопрочности, термостойкости и удельной прочности углеродные композиционные материалы (УКМ) нашли применение в качестве материалов для изготовления подшипников скольжения, тормозных дисков, нагревателей, тепловых экранов, чехлов для термопар и других деталей высокотемпературной техники. УКМ используются в качестве конструктивных элементов при температуре

до 2100 °С и нагревательных элементов при температуре до 2500 °С в вакууме, нейтральной и восстановительной средах, а также до 250 °С в условиях окислительной среды (воздух). При нормальных условиях материал нейтрален к атмосферному воздействию и агрессивному воздействию щелочей и кислот.

В общем виде УКМ состоят из углеродных (графитовых) волокон (УВ) или порошка и матрицы, полученной карбонизацией (графитизацией) углеродсодержащего связующего, формообразование изделий осуществляют прессованием, намоткой.

Для исследований предпочтительнее образцы, имеющие однородную структуру по всей толщине и длине образцов. В связи с чем для формования образцов выбрано радиальное изостатическое прессование, характеризующееся высокой степенью однородности получаемых прессовок, и соответственно, форма образцов – цилиндры, трубы.

На основе анализа открытых источников предложена схема получения образцов для карбонизации согласно рисунка 1.

Намотка слоев УВ осуществляется на намоточных машинах крестообразно согласно рисунка 2.

Параметры намотки: толщина нити, мм; шаг слоя, мм; количество слоев (предпочтительно число кратное 2).

На основе анализа открытых источников предложена схема укладки слоев УВ рисунка 3.

При укладке волокно располагается вдоль оси согласно рисунка 3.

Для получения образцов с требуемым комплексом характеристик возможно совместное использование обеих схем (намотки и укладки) в одном образце.

Использование рассмотренных технологических схем позволит изучить основные технологические цепочки получения УКМ, выявить их положительные и отрицательные особенности.



Секция «Новые материалы и технологии»

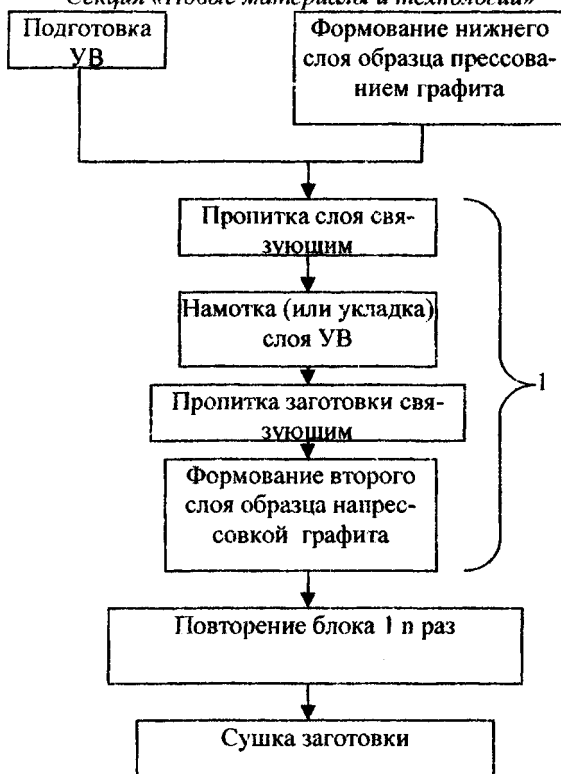


Рисунок 1 – Схема получения образцов для карбонизации

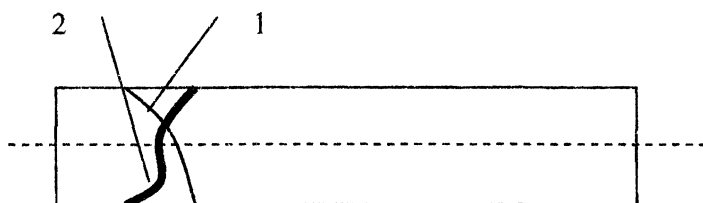


Рисунок 2 – Схема намотки крестообразная:  
1 – нижний слой, 2 – верхний слой

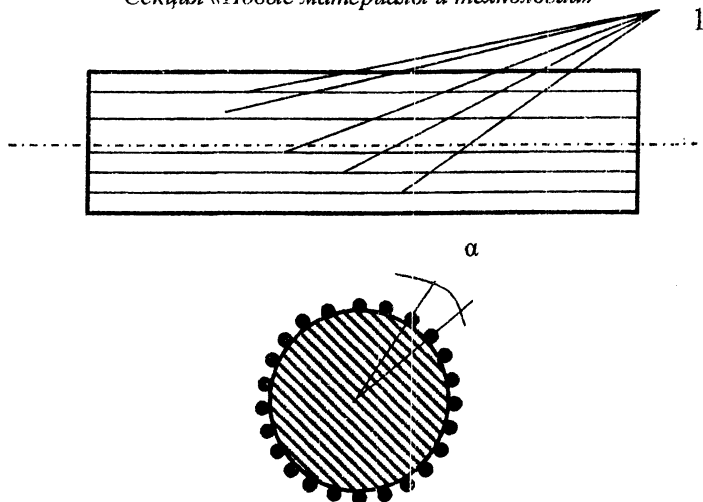


Рисунок 3 – Схема укладки волокна:  
1 – волокна на виде сбоку, α – шаг укладки

УДК 535.373 + 539.2 + 541.14

Зенькевич Э.И., Прокопчук Н.Р., Мулярчик В.В.

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ**

*БНТУ, БГТУ, г. Минск, <sup>3</sup>ОАО «Завод горного воска»  
Белорусского государственного концерна «Белнефтехим»,  
г.п. Свислочь*

*The nowadays definition of the nanotechnology as an area of the research and engineering is presented as well as the principal peculiarities of nanoobjects are emphasized. The development of nanotechnologies in the world and Belarus is analyzed at the moment. The possible practical ways are proposed directed to the development of a special nanotechnological education and the solution of the strategic objective such as the creation of the*

*national program of the education in those areas of the nanoindustry which are of interest in our country.*

На митинге Американского физического общества Нобелевский лауреат по физике Р. Фейнман в лекции «Там внизу полным полно места: приглашение зайти в новый мир физики» впервые (1959 г.) сформулировал идею о грядущей революции в технологии, связанной с возможностью управляемого манипулирования на уровне отдельных атомов [1]. Вслед за этим в 1981 г. была предложена стратегия «сверху-вниз» по сборке функциональных блоков непосредственно из атомов и молекул [2]. Практическая реализация этих идей в 1990 г. [3] считается началом эры нанотехнологий. В соответствии с решениями Европейской академии технологических исследований и Британской Королевской инженерной академии [4], **нанотехнология** – это совокупность процессов, позволяющих создавать и изучать устройства и материалы на атомарном, молекулярном или макромолекулярном уровне с размерами  $\leq 100$  нм, свойства которых существенно отличаются от таковых для более крупных структур. Принципиальными свойствами наноструктур являются самоорганизация и специфическая зависимость их физико-химических характеристик от размеров. Кроме того, резкое возрастание отношения поверхность/объем в наноструктурах различного типа (полупроводниковые нанокристаллы, углеродные нанотрубки, наноалмазы) обеспечивает формирование уникальных электрических, магнитных, оптических, физико-химических и механических свойств такого рода объектов.

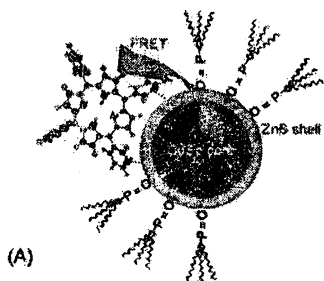
В последнее десятилетие исследования в этой области включают несколько стремительно развивающихся направлений нанонауки и открывают множество перспективных приложений в нанoeлектронике и нанofотонике, нанобиотехнологиях и медицине. Для области нанотехнологий характерен экспоненциальный рост зарубежных и отечественных

публикаций. Нынешний объем мирового рынка, который связан с производством на основе нанотехнологий, оценивается Международной инженерной академией в 250 млрд долл. США, а к 2015 году он будет составлять 1-2 триллиона долл. США. По расчетам Международной инженерной академии, за счет внедрения нанотехнологий в экономику Беларуси ежегодный прирост ВВП может составить не менее 2-3% в 2015 году, в том числе по концерну «Белнефтехим» он может быть в 2-3 раза выше, чем по стране.

Нанотехнологии приобретают все большую экономическую значимость, в том числе становясь глобальным фактором формирования рынка изделий, товаров и услуг, включая подготовку специалистов [5, 6]. Так, в России Президентской инициативой от 24.04.2007 «Стратегия развития nanoиндустрии» (пр № 688) определено создание в ближайшие 10-15 лет надотраслевой научно-образовательной и производственной среды с целью построения нового технологического базиса экономики страны, а к 2012 г. планируется подготовка 100-150 тыс. специалистов в этой области с привлечением государственного и частных капиталовложений. Основное внимание в этом вопросе уделяется междисциплинарному характеру этой подготовки, где вместе с общим уровнем знаний для всех традиционных специальностей (физики, химики, материаловеды, электронщики и т.д.) требуется профессиональная компетенция в междисциплинарных исследованиях, нанотехнологиях и нанодиагностике и, безусловно, в области наноразмерных эффектов [7].

Перед учеными и практиками Беларуси стоит серьезная инновационная задача – практически с нуля создать совершенно новое наукоемкое направление, открывающее ряд перспективных приложений и прежде всего, в областях, связанных с улучшением качества жизни людей. При этом акцент должен быть направлен на мультидисциплинарное фундаментальное образование в области нанотехнологий, для чего необходимо

создание оригинальных спецкурсов, спецпрактикумов, магистерских образовательных программ, выпуск новых учебников, разработку школьных, вузовских и дистанционных курсов. Основные функции ВУЗов республики в этой научно-образовательной и инновационной деятельности должны быть ориентированы на решение двух взаимосвязанных задач: 1) создание национальной программы обучения и популяризации знаний для наноиндустрии с целью формирования единой технологической культуры нового поколения и подготовки необходимого количества дипломированных специалистов; 2) обеспечение взаимодействия с академическими и отраслевыми секторами науки с привлечением ученых и специалистов к образовательной деятельности. Зарубежный опыт показывает также необходимость активного вовлечения малого бизнеса в развитии нанотехнологий.



(B)

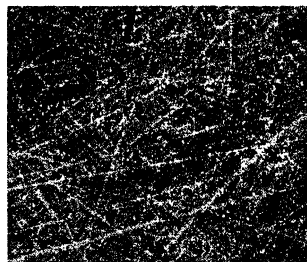
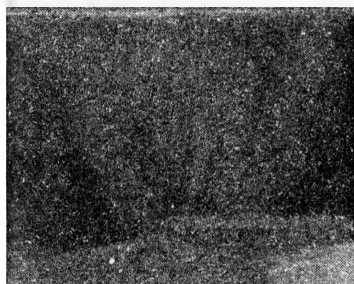


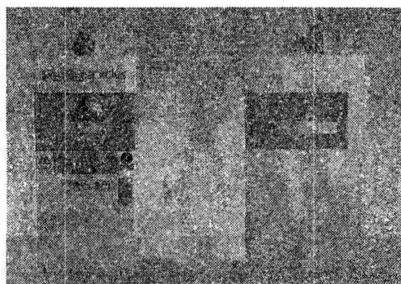
Рисунок 1 – Наноконпозит «Квантовая точка CdSe/ZnS-Порфирина» (А) и нановолокна полиуретана (Б)

В докладе приводятся примеры собственных исследований авторов в области нанотехнологий (научные разработки по созданию и исследованию нанообъектов [8] и практические перспективы. Кроме того, анализируются конкретные возможности и пути реализации в Беларуси комплексного подхода в области получения, исследований и применений полимерных нановолокон, развиваемого при согласованной кооперации ученых (Белорусский национальный технический университет –

физика и спектроскопия нанокompозитов и квантово-размерные эффекты, Белорусский государственный технологический университет – химия и структурные исследования полимерных материалов и нановолокон), менеджеров (представительство Международной инженерной академии в Беларуси) и представителей производственных структур (Чешская компания «Elmarco» – выпуск промышленного оборудования по производству полимерных нановолокон методом «Nanospider», ОАО «Завод горного воска» концерна «Белнефтехим» – приобретение, размещение и эксплуатация лабораторной установки NS Lab 200 по получению нановолокон, **проведение научно-исследовательских и опытно-промышленных работ**).



(А)



(Б)

Рисунок 2 – Технология Nanospider™ (А) и общий вид лабораторной установки Elmarco NS Lab 200 по получению нановолокон методом электроспиннинга (Б).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Feinman, R.P. Engineering and Science, 23, p.22 (1960).
2. Drexler, K.E. Proc. Acad. Sci. USA., 78, p.5275 (1981).
3. Eigler, D.M., Schweizer E.K. Nature, 344, 524 (1990).
4. TheRoySoc. Nanoscience and Nanotechnology. The Royal Society and The Royal Academy of Engineering, 2004. URL <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>.
5. Наноиндустрия. – 2009. – № 3. – С. 40.

6. Singh, K.A. Year Report of the Institute of Nanotechnology, UK, NANOFORUM.org (2007).

7. Наноиндустрия. – 2009. – № 4. – С. 76.

8. Zenkevich, E., C. von Borczyskowski. Photoinduced relaxation processes in self-assembled nanostructures. Book “Multiporphyrin Arrays: Fundamentals and Applications”, Pan Stanford Publishing: Singapore, 2011, chapter 5. – P. 181-252.

УДК 621.52 + 167/168

Иванов И.А.

## **ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ГАЗОВЫХ СРЕД**

*БНТУ, г. Минск*

*In given article it was put aim to analyse changes of approaches to construction of mathematical models of the description of movement of gas environments at transition from model of movement of the incompressible continuous environment to a current of strongly discharged gases.*

Математическое моделирование технических объектов является способом исследования их физического содержания, описываемого в терминах математики. Данный способ моделирования получил в настоящее время сильный импульс развития благодаря совершенствованию вычислительной техники и программного обеспечения. Важным этапом моделирования является разработка математической модели процесса (объекта), что требует абстрагирования от конкретной природы изучаемого явления. Абстрактность математической модели порождает определенные трудности ее применения к описанию конкретного объекта или процесса. На этом этапе моделирования важным является ясное представление о физической сути моделируемых процессов (объектов) и правильный выбор адекватного математического аппарата, позволяющего

описать количественно и качественно связи исследуемых явлений.

Учет вида конкретной природы взаимодействий в системе позволяет любой реальной объект представить в виде системы функционалов:  $F_i(X, Y, Z, t) = 0$ , где  $X = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_N]^t$  – вектор входных контролируемых переменных,  $Y = [y_1, y_2, y_3, \dots, y_R]^t$  – вектор выходных параметров,  $Z = [z_1, z_2, z_3, \dots, z_K]^t$  – вектор внешних случайных воздействий,  $t$  – время,  $N$  – число контролируемых переменных,  $R$  – число измеряемых выходных параметров,  $K$  – число учитываемых случайных воздействий. Однако форма записи математической модели в идее системы функционалов в значительной степени определяется природой исследуемых явлений.

В данной статье ставилась цель проанализировать изменения подходов к построению математических моделей описания движения газовых сред при переходе от модели движения несжимаемой сплошной среды до течения сильно разреженных газов.

Рассматривая движение жидкостей или неразряженных газов первое, что бросается в глаза – это отсутствие жестких связей между частицами. Каждая частичка газа или жидкости находится в свободном движении (имеет шесть степеней свободы). Описание такой системы как целого на основе дискретной модели твердого тела невозможна, так как требует учета движения каждой из частичек.

Попытка решить систему уравнений с большим числом неизвестных наталкивается на две проблемы. Первая связана с обеспечением устойчивости процесса вычислений. Вторая, обусловлена тем, что мы никогда не сможем иметь информацию о точных положениях и скоростях движения частиц потока в некоторый фиксированный момент времени, следовательно, не можем прогнозировать движение и столкновение конкретной выбранной частицы. В этом случае единственно приемлемым физическим подходом к описанию движения



газовых сред является модель сплошной среды. В этом случае, свойства среды (или её элементарного объёма) рассматривают как усредненные по пространству.

Сравнивая между собой любые два объема движущейся сплошной среды можно сделать следующие выводы: свойства объемов различны. Одинаковость их свойств – это частный случай, который на практике встречается редко; свойства самих объемов есть функция времени  $t$  и их положения в пространстве (функция координат  $x, y, z$ ); в процессе движения существует обмен массой и энергией между соседними объемами.

Для достаточно плотных сред среднее расстояние между соседними частицами невелико, а число столкновений в единицу времени при реальной температуре весьма большое. Следовательно характерные масштабы осреднения по пространству ( $\lambda$ ) и по времени ( $\tau$ ) могут быть выбраны чрезвычайно малыми в сравнении с пространственно-временными масштабами процесса в целом. В этом случае производные по времени и по координатам в достаточной степени адекватно отражают свойства реальной движущейся среды.

Основными уравнениями, описывающими такое движение, являются: *дифференциальное уравнение неразрывности* – уравнение баланса массы в элементарном объеме сплошной среды. Левая часть уравнения неразрывности показывает изменение плотности элементарного объема среды в момент времени  $t$ . Правая часть описывает изменение плотности этого объема при движении его в пространстве.

К уравнению неразрывности необходимо дополнительно записать *дифференциальное уравнение сохранения импульса*, которое позволяет связать изменение поля скоростей с плотностью потока, изменением давления в потоке и плотностью распределения сил, действующих на элементарный объем  $f = f(r, t)$ .

Режимы течения газов в вакуумном трубопроводе определяются числом Кнудсена ( $Kn$ ), которое задаётся как отношение длины свободного пробега частиц газа к характерным размерам сосуда, в котором совершается это движение. При  $Kn < 0,01$  – вязкостной режим течения газа, при  $Kn > 0,33$  – молекулярный режим течения, при  $0,01 < Kn < 0,33$  – переходный.

Молекулярный режим течения газов характеризуется тем, что частицы газа двигаются без столкновения в технологическом объёме. Изменение их скорости и направления движения происходит только при их столкновении со стенками вакуумной камеры. Все траектории молекул являются прямыми линиями, без взаимодействия молекул друг с другом внутри вакуумной камеры. Какие ограничения это накладывает на процесс описания движения газов в молекулярном режиме?

1. Нельзя ввести строго понятие градиента физических величин. При столкновении молекулы со стенкой параметры её движения меняются скачком.

2. Нет средних параметров потока, определяемых в единице объёма вакуумной камеры.

Для описания таких газовых потоков возможны различные подходы. Рассмотрим наиболее широко используемые в настоящее время – решение уравнения Больцмана и Метод Монте-Карло пробной частицы.

Кинетическое уравнение Больцмана (1872 год) описывает распределение молекул газа по скоростям  $v$  и координатам  $r$ , в зависимости от времени  $t$  – функция распределения  $f(v, r, t)$ . Задача, которую решают с помощью данного уравнения – это определение среднего числа частиц со скоростями в интервале от  $v$  до  $v+\Delta v$  и координатами в интервале от  $r$  до  $r+\Delta r$ . Данное уравнение связывает скорость изменения функции распределения  $f$  от времени, в результате перемещения частиц в пространстве и в результате действия на частицы газа внешних сил  $F$  со скоростью изменения функции распределения за счет столкновений частиц.

Данный метод является одним из наиболее строгих и общих подходов к анализу течений сильно разряженных газов в вакуумных системах. Методы решения данного уравнения опираются на численные методы анализа.

Метод Монте-Карло (ММК) пробной частицы или метод статистических испытаний (1949 год) является методом численного решения задачи движения частиц путем моделирования некоторой характерной случайной функции.

При расчете вакуумных систем ММК реализуют путем моделирования движения отдельных молекул в свободно молекулярных условиях течения газа с последующей статистической оценкой результатов этого моделирования. Так как молекулы не сталкиваются друг с другом, то они запускаются в систему по очереди. Начальное распределение частиц задается случайным образом. Учет и накопление параметров полета ведется по каждой частице, и после окончания запуска всех частиц проводится анализ и статистическая оценка накопленных данных. Метод применим только для анализа молекулярного течения газов ( $Kn > 3..5$ ) так как полностью адекватен физической природе молекулярного переноса.

Таким образом, различия в свойствах исследуемых объектов требует использования различного математического аппарата для моделирования движения этих объектов. Например, динамическое поведение сплошной среды описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных, и то время как в молекулярном режиме течения более адекватным является использование статистических подходов к описанию движения газовых сред.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, И.А. Анализ математических подходов к описанию движения сильно разряженных газов / И.А. Иванов // Машиностроение и техносфера XXI века. – Донецк: ДонНТУ, 2009. – Т. 1. – С. 276-279.

2. Иванов, И.А. Моделирование газовых потоков / И.А. Иванов // Мат. 7-ой Междунар. н.-т.конф. «Наука – образованию, производству, экономике». – Минск: БНТУ, 2009. – Г. 3. – С. 297.

УДК 621.793

Иващенко С.А., Койда С.Г.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЯХ**

*БНТУ, г. Минск*

*Напряжения, возникающие при осаждении тонкопленочных покрытий, оказывают существенное влияние на эксплуатационные свойства системы подложка-покрытие. В ряде случаев внутренние напряжения могут привести к растрескиванию и отслаиванию покрытий, ухудшению их антифрикционных, коррозионных, декоративных и некоторых других свойств.*

Вакуумно-плазменные покрытия, получаемые методом КИБ, в силу ряда факторов (значительные микроискажения кристаллической решетки, морфологическая неоднородность покрытия, значительный приток тепла на подложку в процессе осаждения покрытий и т.д.) характеризуются высокими внутренними напряжениями. Отсюда вытекает необходимость изучения процесса формирования напряжений в системе подложка-покрытие, что, в конечном счете, даст возможность регулировать величину и знак внутренних напряжений.

Были проведены исследования процесса формирования внутренних напряжений в вакуумно-плазменных покрытиях из нитрида титана и углеродной алмазоподобной пленки (УАП), полученных методом КИБ. Исследования проводились как на стадии подготовки подложки (ионная бомбардировка), так и на стадии конденсации покрытия. Толщина наносимых покрытий составляла 1..5 мкм.

Формирование покрытий осуществлялось с использованием установки УРМЗ.279.048, оснащенной импульсным генератором углеродной плазмы. Для исследований образцы из алюминиевого сплава Д16 перед нанесением покрытия подвергались мойке в органическом моющем растворе и сушке.

На стадии подготовки поверхности подложки под осаждение покрытия при бомбардировке ее ионами титана в поверхностном слое были зафиксированы растягивающие напряжения (рисунок 1). По мере увеличения длительности бомбардировки наблюдался рост величины напряжений в поверхностном слое и одновременно сильный поверхностный разогрев образцов. Для образцов небольшой толщины разогрев приводил к потере прочностных свойств и катастрофической деформации.

При обработке поверхности подложки ионами инертного газа (аргон) изменений напряженного состояния поверхностного слоя образцов не зафиксировано. Очевидно, энергия ионов инертных газов недостаточна для образования в поверхности образцов сколько-нибудь заметных напряжений.

Перед нанесением тонкопленочного покрытия из нитрида титана или УАПП на подложку наносят подслоя более мягкого материала – титан. Поэтому отдельно проводились исследования влияния этого фактора на изменение напряженного состояния поверхности образцов.

Нанесение подслоя титана на алюминиевую подложку (рисунок 2) приводит к образованию в поверхностном слое образцов сжимающих напряжений. Сжимающие напряжения возникают вследствие значительного различия коэффициентов термического расширения материалов основы и покрытия, малой жесткости и теплостойкости материала основы, а также за счет образования в поверхностном слое образцов интерметаллических соединений алюминия с титаном.

Динамика изменения деформации плоских образцов при нанесении тонко-пленочных упрочняющих покрытий приведена на рисунке 3.

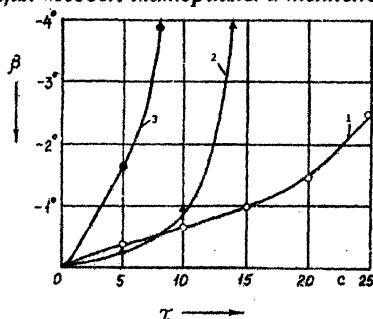


Рисунок 1 – Зависимости величины деформации образцов от времени бомбардировки ионами титана: 1, 2, 3 – образцы из сплава Д16 толщиной 0,8; 0,5; и 0,3 мм соответственно;

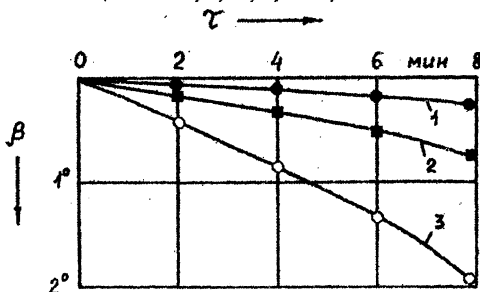


Рисунок 2 – Зависимости величины деформации образцов из сплава Д16 от времени при осаждении подслоя титана: 1, 2, 3 – толщина образца соответственно 0,8; 0,5; 0,3 мм

При конденсации покрытий из нитрида титана и УАПП в поверхностном слое образцов формируются сжимающие напряжения, величина которых возрастает с увеличением продолжительности процесса осаждения покрытия, т.е. с ростом толщины покрытия. Следует отметить, что величина напряжений, образующихся при конденсации покрытия из УАПП, значительно превосходит напряжения, возникающие при конденсации покрытий из нитрида титана. По-видимому, это связано с относительной пластичностью покрытий из нитрида титана, что

в большей степени обеспечивает протекание релаксационных процессов при формировании покрытий.

Результаты измерений деформации образцов, приведенные на рисунке 3, объясняют различную адгезионную прочность покрытий из нитрида титана и УАПП большими напряжениями, возникающими при нанесении последней, а также указывают на основную причину, по которой на практике весьма трудно получить качественное покрытие из УАПП толщиной более 5 мкм.

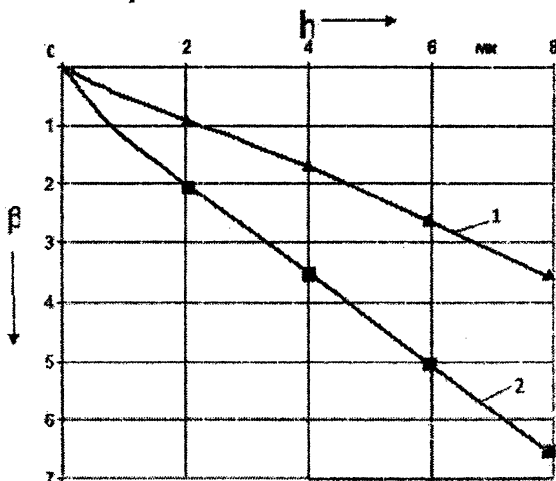


Рисунок 3 – Зависимости величины деформации образцов от толщины покрытия: 1 – нитрид титана на поверхности образца из сплава Д16; 2 – углеродная алмазоподобная пленка на поверхности образца из сплава Д16

Как видно из полученных результатов уменьшение величины остаточных напряжений в вакуумно-плазменных покрытиях может быть достигнуто двумя путями: использованием эффекта компенсации напряжений, вызываемых различными факторами, например, ионной бомбардировкой и осаждением покрытия или проведением мероприятий, обеспечивающих релаксацию напряжений, возникающих в процессе получения покрытия.

Иващенко С.А., Комаровская В.М.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

*БНТУ, г. Минск*

При формировании вакуумно-плазменных защитно-декоративных покрытий на изделия из стекла основной задачей является обеспечение максимальной адгезии покрытия с основой. Для этого необходимо очистить поверхность основы от органических и окисных пленок, а также от различных загрязнений, которые присущи обрабатываемой поверхности.

Для внутрикамерной очистки изделий из стекла используется обработка ионами инертных газов. Наиболее широкое применение получили источники с холодным катодом типа «Радикал», которыми оснащаются вакуумные установки.

Ионная обработка материалов сопровождается нагревом обрабатываемой поверхности. Повышение температуры поверхности обрабатываемого материала приводит к изменению скорости распыления [1], из-за этого сложно прогнозировать величину распыленного слоя обрабатываемой поверхности. Значительный нагрев поверхности также приводит к изменению исходных свойств материала, перераспределению напряжений и другим нежелательным явлениям [2]. Неравномерность нагрева изделия не должна приводить к возникновению напряжений, приводящих к изменению геометрической формы. Таким образом, при ионной обработке изделий из стекла необходимо контролировать температуру изделий. Это производится за счет изменения параметров и условий реализации процесса (материал основы, условия теплоотвода, продолжительность обработки, энергия ионов, плотность ионного потока).



В работе [3] проводилось экспериментальное определение температуры основы при ее обработке низкоэнергетическими ионами ( $E$  до 300 эВ). Такая обработка поверхности не всегда позволяет достичь необходимого результата (удаление прочносцепленных загрязнений, снижение шероховатости поверхности, удаление дефектного слоя, размерная обработка). Поэтому особый интерес с точки зрения ионной обработки изделий из стекла представляет высокоэнергетическая обработка (1,0–3,0 кэВ). В то же время закономерности высокоэнергетической ионной обработки многокомпонентных изделий, к которым относится стекло, изучены недостаточно.

Рост температуры поверхности при ионной обработке обусловлен тепловым потоком, воздействующим на обрабатываемые изделия.

Для определения влияния процесса ионной обработки поверхности стекла на изменение температуры основы решалась нестационарная теплопроводная задача с учетом следующих допущений (рисунок 1) – увеличение температуры основы происходит за счет:

- энергии, передаваемой поверхности ионами инертного газа ( $Ar^+$ ), при сосредоточенном ударе с учетом упругого столкновения;
- энергии, подводимой за счет теплового излучения дугового разряда.

При этом потери энергии обусловлены:

- ослаблением падающего потока отраженным;
- тепловым излучением;
- распылением частиц обрабатываемого материала.

На основании данных предположений произведен расчет температуры изделий из стекла при ионной обработке в зависимости от времени.

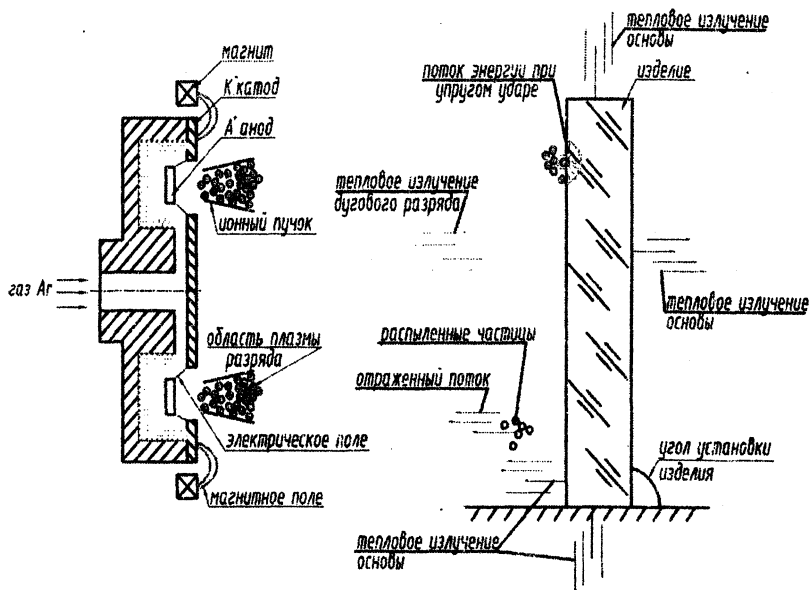
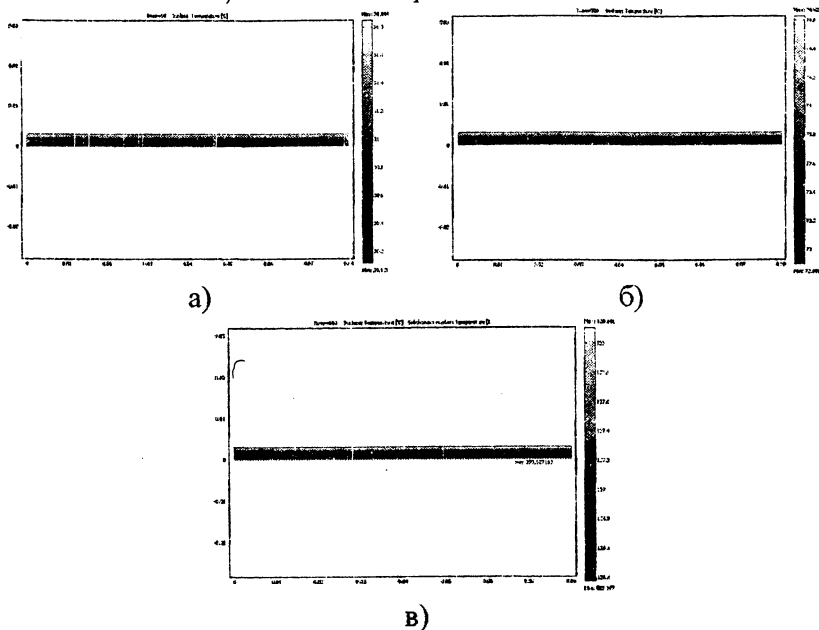


Рисунок 1 – Схема обработки поверхности изделия с использованием ионного источника типа «Радикал»

Для расчета температурных полей использован пакет прикладных программ COMSOL FEMLAB 3.1, которые позволяют создавать стационарные или нестационарные, а также линейные или нелинейные модели, соответствующие либо скалярной, либо многокомпонентной краевой задаче.

При решении PDE-задач (Partial Differential Equations), которые описывают модель, в FEMLAB применяются конечно-элементные методы расчета (FEM). Программное обеспечение пакета поддерживает конечно-элементную технологию вместе с адаптивным построением сетки и контролем ошибок при работе с различными численными решателями [5].

Полученные графики температурных полей представлены на рисунке 2.



а) после 1 минуты обработки; б) после 5 минут обработки; в) после 10 минут обработки

Рисунок 2 – Изменение температуры образца из стекла при обработке ионами аргона

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при ионной обработке стекла температура основы линейно растет с увеличением времени обработки (рисунок 2). Несмотря на то, что у стекла достаточно низкий коэффициент теплопроводности, величина температуры по сечению основы отличается незначительно ( $\approx 2-3^{\circ}\text{C}$ ) (при расчетах принята толщина основы 3 мм). Полученные расчетные значения температуры поверхности соответствуют экспериментальным данным [6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Распыление твердых тел ионной бомбардировкой.

Вып. II: Распыление сплавов и соединений, распыление под действием электронов и нейтронов, рельеф поверхности / Под ред. Р. Бериша. – М.: Мир, 1986. – 488 с.

2. Аброян, И.А. Физические основы электронной и ионной технологии / И.А. Аброян, А.Н. Андронов, А.И. Титов. – М.: Высшая школа, 1984. – 37 с.

3. Назаров, В.Г. Исследование количественных характеристик ионного распыления поверхности стекла / В.Г. Назаров, А.М. Виноградов, Е.В. Назарова // Оптико-механическая промышленность. – 1989. – № 10. – С. 41-44.

4. Мрочек, Ж.А. Формирование наноструктурных металл-силикатных материалов вакуумно-плазменным методом / Ж.А. Мрочек [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета, Серия С, Полоцк. – 2006. – № 4. – С. 2-6.

5. Половко, А.М. MATLAB для студента / А.М. Половко, И.Н. Бутусов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 320 с.

6. Справочник технолога-оптика / М.А. Окатов [и др.]; под общ. ред. М.А. Окатова. – 2-е изд., переаб. и доп. – СПб.: Политехника, 2004. – 679 с.

УДК 432

Крицков И.Г. Чижевский А.М.  
**ДЫМОВЫЕ ШАШКИ**

*БНТУ, г. Минск*

В наши дни в условиях возникновения того или иного потенциально возможного военного столкновения совершенно не лишним будет наличие в вооружении широкого спектра средств защиты и маскировки. Одними из наиболее существенных и эффективных являются дымовые шашки.

Дымовые шашки по массе и размерам разделяют на три группы: малые (2-3 кг), средние (7-8 кг) и большие (до 40-50 кг). Все они выполняются в виде металлических цилиндров, заполненных твердой дымовой смесью. Шашки, используемые для

маскировки, наполняются смесями, дающими нетоксичный дым белого или бело-серого цвета. Продолжительность образования дыма шашками – от 5 до 15 минут. Длина облака (в зависимости от типа шашки и метеоусловий) – от 50 до 200 метров; его ширина – от 15 до 40 метров.

Кроме дымовых шашек, на вооружении войск состоят дымовые машины и аэрозольные генераторы, предназначенные для задымления различных объектов нейтральным дымом. Одной заправкой дымообразующего вещества машина может создать не просматриваемую дымовую завесу длиной не менее 1 км за 5-7 мин. Возможности 2-х аэрозольных генераторов соответствуют одной машине.

Дымовые средства классифицируются следующим образом:

1. Ручные дымовые гранаты: а) РДГ-26; б) РДГ-2ч; в) РДГ-2х; г) РДГ-П/

2. Дымовые шашки: а) малые: ДМ-П, ДМХ-5, ШД-ММ; б) унифицированная дымовая шашка (УДШ); в) блочная дымовая шашка (ШД-Б); г) большие: БДШ-5, БДШ-15.

3. Зажигательно-дымовой патрон (ЗДП).

4. Артиллерийские дым. снаряды и мины.

5. Авиационные дымовые бомбы.

6. Унифицированная система запуска дымовых гранат (система 902).

7. Термическая дымовая аппаратура на бронее objekтах.

8. Аэрозольный генератор переносной (АГП).

9. Дымовые машины (ТДА-М, ТДА-2М, ТМС-65).

Ручные дымовые гранаты предназначены для постановки кратковременных дымовых завес в ближнем бою одиночными солдатами и мелкими подразделениями войск; при соприкосновении с противником в бою могут применяться для его ослепления; кроме того, гранаты черного дыма могут использоваться для имитации пожаров на войсковых объектах и военной технике. Ручные дымовые гранаты имеют четыре образца: РДГ-П, РДГ-2х, РДГ-2, РДГ-26.

Малые дымовые шашки (ДМ-11, ДМХ-5, ШД-ММ) предназначены для постановки кратковременных маскирующих дымовых завес в ближайшем бое с целью вскрытия боевых действий подразделений от наблюдения, прикрытия их от прицельного огня наземного противника; могут применяться для обеспечения выдвижения па рубеж перехода в атаку, маневра, эвакуации раненых и поврежденной техники с поля боя. На вооружении Советской Армии состояли малые дымовые шашки ДМ-II (с антраценовой смесью), ДМХ-5 (с металлохлоридной смесью). Малые дымовые шашки представляют собой цилиндрические футляры из жести, заполненные дымовой смесью того или иного типа. Шашки ДМ-11 имеют съемные крышки и диафрагму с отверстиями для выхода дыма. Шашки ДМХ-5 имеют упрощенную конструкцию: крышки отсутствуют.

Унифицированная дымовая шашка (УДШ) предназначена для постановки маскирующих дымовых завес с целью прикрытия малоразмерных войсковых объектов и подразделений от прицельного огня, скрытия их от разведки воздушного и наземного противника; может применяться с вертолетных минораскладчиков типа ВМР-1, на дымовых рубежах и полях с дистанционным управлением.

Блочная дымовая шашка (ШД-Б) предназначена для постановки кратковременных и длительных дымовых завес, обеспечивающих скрытие боевых действий войск и армейских объектов от воздушной и наземной разведки, прикрытия их от прицельных ударов авиации и наземного противника.

Большие дымовые шашки (БДШ-5, БДШ-15) предназначены для постановки крупных маскирующих дымовых завес с целью прикрытия различных объектов, особенно переправ от прицельного огня и бомбометания, скрытия их от разведки противника; может применяться на плаву, на дымовых рубежах и полях с дистанционным управлением.

Кроме дымовых шашек и гранат на вооружении Советской Армии имелись артиллерийские дымовые и авиационные дымовые бомбы, предназначенные для постановки дымовых завес в расположении противника с целью ослепления его на огневых позиции и в наблюдательных пунктах. На объектах бронетанковой техники имелась унифицированная система запуска дымовых гранат (система 902), предназначенная для дистанционной поставки дымовых завес в сторону противника.

Зажигательно-дымовой патрон ЗДП предназначен для поджога легковоспламеняющихся материалов, а также для ослепления дымом огневых средств и наблюдательных пунктов противника. Кроме того, зажигательно-дымовой патрон может использоваться для маскировки личного состава и отдельных объектов в расположении своих войск.

Исходя из вышеперечисленного можно заключить о высокой эффективности дымовых шашек и гранат при применении их в качестве средств маскировки, и о широких возможностях их применения в боевой ситуации.

УДК 378

Крицков И.Г., Супрон В.С.

## **ИННОВАЦИИ В СПОСОБАХ ОБНАРУЖЕНИЯ МИН**

*БНТУ, г. Минск*

Мировой проблемой разминирования территорий является большая стоимость средств обнаружения и подготовки сапёров, а также слишком маленькая скорость разминирования заминированной территории. В статье говорится про проект бельгийской некоммерческой организации АРОРО. Её проект называется НегоРАТ («Крыса-герой»). Суть этого проекта заключается в поиске взрывчатых веществ при помощи огромных гамбийских крыс, которые обладают превосходным обонянием.

Необычным делом занимается бельгийская некоммерческая организация АРОРО и её дочерний проект «Крыса-герой» (HeroRAT). Основал АРОРО в 1998 году Барт Уитдженс (Bart Weetjens), впечатлённый ужасающей статистикой смертей от мин, доставшихся многим странам в наследство от вооружённых конфликтов конца века.

В развивающихся странах Африки, к примеру, специалистов по разминированию должного уровня не так уж много, а время их стоит достаточно дорого. Поиск по научным публикациям подтвердил догадки бельгийца: ещё в 1970-х американские учёные установили, что лабораторные крысы способны различить запах взрывчатых веществ. Барт решил начать собственные опыты. В подборе кандидатов на лучших искателей мин и в натуральных экспериментах ему помогали биологи из университета Антверпена, сыгравшие большую роль в организации всего проекта. В результате на роль сапёров определили гигантских африканских (гамбийских) сумчатых крыс. Гамбийские сумчатые крысы являются местным для значительной части Африки видом, хорошо приспособленным к её условиям, а в Африке Барт изначально намеревался применить свой метод разминирования. Эти крысы хорошо размножаются в неволе. Они выносливы и устойчивы к болезням. И главное – у этих ночных животных просто превосходное обоняние. После первых экспериментов в Бельгии, подтвердивших работоспособность идеи Барта, в 2000 году проект перенёсся в Танзанию, в Морогоро, под крыло местного агропромышленного университета, чьи специалисты взялись помогать Барту. Именно тут открылась «крысиная школа». В неё шверки поступают в возрасте пяти недель, когда их забирают у матери. Тут крысы начинают знакомить с внешним миром: они привыкают к громким звукам техники, бегают по мокрой траве, их катают на грузовике, они знакомятся с новыми людьми и так далее.



Потом начинаются тренировки в полном соответствии с заветами великого Павлова. Сначала крысы учат связывать щелчок пальцами с получением угощения – банана или арахиса. Потом им предъявляют кусочки взрывчатки и другие предметы, связывая положительную реакцию на нужные запахи со щелчком. После того как в лаборатории крысы демонстрируют узнавание нужных запахов, тренировки переводят на воздух, где зверьки начинают знакомиться с тактикой противоминных работ. На развитие у крысы способности обнаруживать взрывчатые вещества уходит обычно до девяти месяцев кропотливой работы.

Чтобы обнаружить мины на реальном минном поле, сначала сотрудники HeroRAT обращаются к специалистам-военным, которые отмечают границы опасной зоны и проделывают ряд узких проходов (вручную или при помощи техники). В конечном счете, поле стараются разбить на отдельные участки 5×20 метров, по границам которых могут спокойно проходить люди. Два «крысиных тренера» становятся по разные стороны от прямоугольника и натягивают между собой струну, удерживая её около земли. По струне скользит кольцо, привязанное коротким поводком к шлейке, надеваемой на крысу. Такое ограничение необходимо вовсе не для того, чтобы крыса не убежала. Просто постепенное смещение троса гарантирует, что крыса не оставит без внимания ни одну пядь внутри отмеченного прямоугольника.

За один проход зверёк обрабатывает полосу шириной полметра. 40 перестановок струны – и участок обследован. Эти 100 квадратных метров крыса обследует всего за полчаса, что заметно быстрее, нежели тут работал бы человек. И безопаснее. Самим крысам ничего не грозит – они слишком легки, чтобы вызвать срабатывание противопехотной мины. Если крыса учуяла взрывчатку, в этом месте она начинает скрести землю лапками. После достижения края участка она получает от человека кусочек банана или ещё что-нибудь вкусное,

тренеры же тем временем отмечают мину флажком – потом её извлекут сапёры или дистанционно взорвут. В общем-то, точно так же проходят и тренировки в «школе» HeroRAT, в ходе которых крысам-курсантам дают возможность обследовать смоделированное минное поле, в котором люди припрятали кусочки взрывчатки.

В конце обучения, которое длится порядка одного года, крысам устраивают экзамены с прохождением нескольких фиктивных минных полей. Только самым смыслёным и чувствительным крысам доверяют реальное разминирование, остальные крысы могут найти работу в других проектах организации. Например, для быстрого разминирования дорог специалисты HeroRAT придумали несколько иную технологию, которая пока только тестируется.

Нынешней осенью сотрудники HeroRAT обезвредили минное поле близ одного из селений в Мозамбике. Сотрудники национальной энергетической компании попросту отказывались работать в данном месте. Они боялись не напрасно. Крысы обнаружили на поле 32 неразорвавшиеся противопехотные мины.

Сейчас в Мозамбике на работах по разминированию трудятся свыше 30 крыс «школы сапёров Уитдженса». А первые операции по разминированию HeroRAT провели в 2003-м. Они были удачными. Ныне HeroRAT постепенно распространяет деятельность на другие африканские страны – несколько государств выразили заинтересованность этим проектом [1].

Таким образом, крысиный метод разминирования оказывается не только самым быстрым, но ещё и самым дешёвым, достигается большая скорость разминирования заминированной территории и эффективность поиска, так как крыса ищет мину непосредственно по запаху взрывчатого вещества, что по сравнению с другими методами поиска мин делает его наиболее выгодным.

Крицков И.Г., Чижевский А.М.  
**ДЫМОВЫЕ СРЕДСТВА МАСКИРОВКИ**

*БНТУ, г. Минск*

В нашем веке высокотехнологичного оружия государства всего мира, имеющие мощные, подготовленные армии, оснащённые по последнему слову техники, представляют собой силу, с которой нельзя не считаться. Однако использование военно-инженерных средств маскировки предоставляет некоторые преимущества, позволяющие завладеть инициативой в ходе того или иного потенциально возможного военного столкновения.

Одним из приоритетных средств военно-инженерной маскировки являются маскировка с помощью дымов. Дымообразующие вещества и смеси применяются для постановки дымовых завес, используемых для скрытия войсковых объектов и действий подразделений от визуального наблюдения, прикрытия их от прицельного огня и бомбометания противника, а также для обозначения деятельности ложных объектов (пожаров, дымов от печей, походных кухонь, очагов и др.), а также для ослепления противника.

Маскирующие дымовые завесы могут быть поставлены в расположении своих войск или между своими войсками и противником. Постановка маскирующих дымовых завес между своими войсками и противником применяется при маскировке войск от наземной разведки и огневых средств противника.

При расположении войск и объектов на больших территориях экономически нецелесообразно и технически трудноосуществимо создавать сплошное задымление всей площади. Поэтому для маскировки войск и объектов задымляют лишь наиболее важные элементы с соотношением маскируемых площадей к общей площади 0,1-0,25. Задымление площади

производится с расчетом, чтобы маскируемый объект не находился в центре дымовой завесы. Благоприятным для постановки дымовых завес является ветер со скоростью 2-4 м/с. Неблагоприятные метеорологические условия скорость ветра до 1,5 м/с или больше 8 м/с, неустойчивый порывистый ветер, сильные восходящие токи воздуха (конвекция).

К дымовым средствам маскировки относятся дымовые шашки; артиллерийские дымовые снаряды и мины; ручные и винтовочные гранаты; дымовые машины и приборы, смонтированные на военной технике; авиационные бомбы и выливные приборы. При отсутствии средств промышленного производства используют местные дымовые средства (опилки, сырые ветки, еловые шишки, увлажненная солома, ветошь, смазочные материалы, мазут и другие), которые сжигаются в специальных очагах.

Дымообразующие вещества (далее д.в.), при введении их в атмосферу, дают устойчивые дымы или туманы – аэрозоли. Д. в. по методам дымообразования разделяют на четыре группы: к 1-й группе относятся вещества, при распылении или испарении образующие туман в результате хим. взаимодействия с влагой воздуха и образования гигроскопических веществ, поглощающих из него влагу. 2-я группа включает вещества, дающие дым в результате реакции с кислородом. В 3-ю группу входят вещества, дающие дым, образующийся при их возгонке или в ходе их термического разложения (так называемые пиротехнические смеси). К 4-й группе относят различные нефтепродукты и пенопласты.

Основные физические явления в маскирующем дыме, обуславливающие его затемняющую способность, сводятся к рассеянию света, поглощению света и отражению света от «гранниц» дымового облака с чистой атмосферой. Дифракция света – основное явление, приводящее к рассеянию света дымами и туманами. Если размеры дымовой частицы меньше длины волны света, то лучистая энергия поглощается атомами

и молекулами дымовых частиц. Поглощение света происходит в различных дымовых облаках различно. Здесь, кроме размеров частиц, весьма существенную роль играет химический состав дымовых частиц. Белый цвет дымового облака говорит о том, что основной процесс, приводящий к ослаблению видимости в белом облаке, это – рассеяние света. В черных дымах преобладает поглощение света.

Химической основой для дымосмесей, применяемых в войсках, могут служить разные типы смесей. Одной из лучших является смесь, в состав которой входят антрацен (C<sub>14</sub>H<sub>10</sub>), хлористый аммоний и бертолетова соль. Температура горения дымосмеси этого типа – 350-400°. Антраценовыми смесями с различным соотношением компонентов в зависимости от назначения, снаряжаются ручные дымовые гранаты РДГ-2ч с антраценовой смесью черного дыма, РДГ-2б – белого дыма (смесь черного дыма состоит только из антрацена и бертолетовой соли); дымовые шашки ДМ-И, ШД-Б, БДШ-5, БДШ-15.

Белый фосфор является одним из лучших дымообразователей по своей кроющей способности, по количеству образующегося дыма на единицу веса дымообразователя. Белый фосфор чрезвычайно ядовит и опасен в пожарном отношении, поэтому он используется для снаряжения дымовых артиллерийских снарядов, мин и авиационных бомб, применяемых для постановки ослепляющих дымовых завес в расположении войск противника.

К жидким дымовым смесям относится дымовая смесь № 1, состоящая из коксового дистиллята и солярового масла, применяемая при температуре до минус 40 °С. Также, в качестве дымообразователя может применяться соляровое масло или диз. топливо. Дымовая смесь № 1, соляровое масло или дизельное топливо используется в машинах ТДА-М, ТДА-2М, ТМС-65 и в генераторе АГП. В термической дымовой аппаратуре танков, боевых машин пехоты и других машинах используется дизельное топливо.

Таким образом, использование дымовых составов и смесей в качестве средств военно-инженерной маскировки позволяет оперировать широким спектром смесей для достижения поставленной боевой задачи.

УДК 621.793.18

Орлова Е.П., Иванов И.А.

## **АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ СТРУКТУРЫ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, г. Минск*

Анализ современного состояния вакуумно-плазменных методов формирования защитных и упрочняющих покрытий показывает, что область их использования постоянно расширяется [1]. Значительную роль в этом играют технологические возможности методов позволяющие получать многокомпонентные защитные покрытия на основе соединений, синтез которых при температуре подложки менее 500<sup>0</sup>С не возможен. В настоящее время экспериментально изучены вопросы формирования состава и структуры широкого класса вакуумно-плазменных покрытий (систем: Me- (N, C), Me- Si- (N, C), Me- Cr- Al- PЗМ, где Me = Ti, Zr, Al, Ni и т.д. PЗМ – редкоземельные материалы; углеродной алмазоподобной пленки; и на основе чистых металлов) и влияние их на экспериментальные свойства последних. Однако на практике надежность покрытий в значительной мере определяются не только их составом и структурой, но и морфологией поверхности, величиной общей и сквозной пористости, остаточных напряжений. В ряде случаев эти технологические параметры оказывают определяющие значения на эксплуатационные свойства покрытий.

Анализ имеющихся литературных источников показывает, что в форме тонких слоев материалы сохраняют качественные параметры, присущие объемному материалу, и в то же время имеют улучшенные свойства [2-5]. Например, сохраняются

такие свойства, как высокая твердость, высокая прочность при повышенной температуре, химическая стойкость. В то же время материалы получают новое качество благодаря появлению текстуры и увеличению плотности упаковки кристаллической решётки. Возможность применения покрытий со специальными свойствами позволяет преодолеть определенные ограничения в использовании объёмных материалов, не подвергая их опасности разрушения и улучшая их эксплуатационные характеристики.

Работы по получению и изучению покрытий проводятся в течение многих лет [6-8]. Однако закономерности формирования структуры остаются слабо изученными, что связано с чрезвычайно малыми нанометровыми размерами объекта исследования. Широкие возможности изучения структуры покрытий появились, с момента возникновения туннельной микроскопии, обеспечивающей нанометровое разрешение. При проведении исследований использовался туннельный микроскоп, принцип функционирования и технические возможности которого приведены в работе [9].

Изучение микроструктуры покрытия по ее объему вследствие малой толщины объекта обычными методами практически невозможно. Поэтому о структуре пленки и закономерности ее формирования судили по изменению рельефа ее поверхности при последовательном послойном напылении металла.

Изучение рельефа осуществлялось с помощью туннельного микроскопа, который помимо трехмерного изображения поверхности позволял получить ее профилограмму в любом произвольном сечении. В качестве примера на рисунке 1 представлены изображение рельефа поверхности медной плёнки и профилограмма по одному из сечений. Профилограммы позволяют количественно оценить характер рельефа поверхности. С использованием профилограмм был рассчитан средний размер кристаллитов в поверхностном слое пленки. Условно за размер кристаллита была принята его ширина

по средней линии профилограммы, т.е. в поперечном (параллельно поверхности плёнки) сечении.

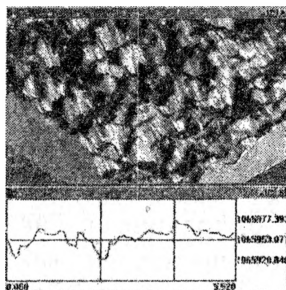


Рисунок 1 – Структура поверхности медной плёнки и её профилограмма

Установлено, что медная пленка толщиной приблизительно 5 нм состоит из кристаллитов, которые существуют в виде отдельных колоний и не образуют сплошного покрытия. Средний размер кристаллитов составляет 0,05 мкм. Наблюдается значительный разброс в размерах отдельных кристаллитов, достигающий 0,025 мкм. Медная пленка толщиной 13 нм является уже сплошной и состоит из крупных кристаллов со средним размером 0,24 мкм. Более толстая пленка (21 нм) имеет крупный размер кристаллитов – 0,81 мкм. Увеличение размера кристаллитов наблюдается с ростом толщины пленки до 60 нм. Далее размер кристаллитов остается практически постоянным (рисунок 2).

Результаты исследований и анализ работ [5, 7] позволяют представить механизм формирования структуры металлических пленок на аморфной подложке, проходящим в три стадии. В начальный момент на подложке зарождаются отдельные кристаллиты (1-я стадия) (рисунок 3а), происходит их рост до соприкосновения и образования сначала отдельных колоний, а затем и сплошной пленки (2-я стадия) (рисунок 3б).



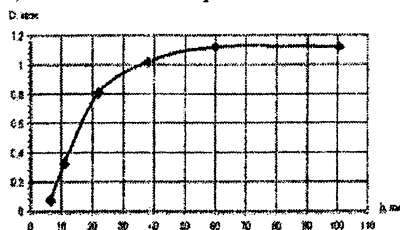


Рисунок 2 – Зависимость среднего размера кристаллитов (D) от толщины плёнки (h)

Рост кристаллитов происходит как вдоль, так и перпендикулярно поверхности подложки. Далее, на 3-ей стадии, наблюдается наращивание слоев с сохранением постоянного поперечного размера кристаллитов.

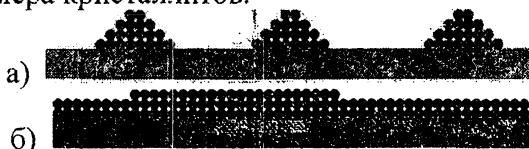


Рисунок 3 – Механизм формирования структуры

Двухмерное кинетическое моделирование по методу Монте-Карло применили для исследования микроструктуры покрытия Ni-Cr, полученной методом физического осаждения из паровой фазы для различных углов падения. Результаты показали, что существует критический угол падения для покрытия (350). Когда угол падения меньше 350, он мало влияет на коэффициент шероховатости поверхности и плотность упаковки. При этом получили плотные покрытия с гладкой поверхностью, их коэффициент шероховатости поверхности  $< 1,12$ , а плотность упаковки более 99,6%. Однако когда угол падения  $> 350$ , коэффициент шероховатости поверхности увеличивается быстро, а плотность упаковки снижается с увеличением угла падения: коэффициент шероховатости поверхности увеличивается до 1,5 и 2,3 для угла падения 450 и 600 соответственно, плотность упаковки соответственно  $< 99\%$  и 96%. Установили, что эффект самозатенения

приобретает особое значения с увеличением угла падения, когда он больше 350 [10].

Из основных физико-механических и эксплуатационных свойств покрытий, зависящих от толщины, рассмотрим твердость, электрическую проводимость и плотность упаковки кристаллической решётки.

Твердость тонкого покрытия значительно выше твёрдости изделия, целиком изготовленного из того же материала, что и покрытие. Это определяется формированием сильно дефектной структуры и внутренних напряжений в покрытиях при их формировании в условиях ионной бомбардировки.

Если твердость как наименьшее структурно-чувствительная характеристика закономерно увеличивается с уменьшением размера зерна, то прочность и особенно пластичность существенно снижаются.

При анализе электросопротивления покрытий следует учитывать возможность рассеяния электронов внешними поверхностями, а также топографию. Покрытия в зависимости от толщины без учета нанокристалличности принято условно подразделять на три группы: 1. толстые, проводимость которых сопоставима с проводимостью крупнокристаллических объектов (минимальная толщина таких покрытий примерно больше 100 нм); 2. тонкие (толщина 10 нм), проводимость которых значительно меньше чем толстых, а температурный коэффициент электросопротивления (ТКЭ) близок к нулю; 3. островковые (толщина 1 нм), проводимость которых отличается от компактного материала на несколько порядков, а ТКЭ принимает отрицательное значение [11].

Методами рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии выполнено исследование особенностей субструктуры и величины локальных внутренних напряжений в нано- и нанокompозитных покрытиях TiN, N-TiN/Cu, n-AlN/Cu вблизи поверхности их сопряжения с подложкой и на расстоянии 2-3 мкм. Показано, что в покрытиях n-AlN/Cu по всей толщине

обнаруживается нанозеренная ( $d < 20-25$  нм) структура, а в покрытиях нитрида титана наблюдается двухуровневая зеренная структура, высокая кривизна-кручение решетки и высокий уровень локальных внутренних напряжений [12].

Свойства PVD-покрытия определяется их структурой. Диапазон изменений структуры покрытий может быть шире, чем в массивном образце, потому что условия формирования покрытия могут меняться в более широких пределах, чем условия образования массивного образца. Так при разных температурах подложки можно получить различную структуру: монокристаллическую ( $800^{\circ}\text{C}$ ), поликристаллическую ( $320^{\circ}\text{C}$ ), аморфную ( $25^{\circ}\text{C}$ ). По классификации Г. Глейтера [13, 14], по химическому составу и распределению фаз можно выделить четыре типа структуры: однофазные, статистические многофазные с идентичными и неидентичными поверхностями раздела и матричные многофазные. Также выделяют три типа структуры по форме: конусообразная, столбчатая и равноосная. Однако реальное разнообразие структурных типов может быть и более широким за счет смешанных вариантов, наличия пористости, трубчатых и луковичных структур, полимерных составляющих и т.д.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мрочек, Ж.А. Современное состояние исследований в области вакуумно-плазменных жаростойких и упрочняющих покрытий / Ж.А. Мрочек // *Вестні НАНБ. Сер. фіз.-техн. наук*, 2002. – № 3. – С. 121.
2. Ильичев, Л.Л. Упрочнение инструментальных сталей плазменными покрытиями / Л.Л. Ильичев, В.И. Рудаков // *Машиностроитель*. – 1999. – № 11. – С. 58–71.
3. Бякова, А.В. Структурные аспекты прочности и пути повышения работоспособности карбидных покрытий / А.В. Бякова // *Порошковая металлургия*. – 2000. – № 1-2. – С. 97-106.

4. Плазменно-вакуумные покрытия // Под общ. ред. Ж.А. Мрочка. – Минск: УП «Технопринт», 2004. – 369 с.
5. Андриевский, Р.А. Размерные эффекты в нанокристаллических материалах. I. Особенности структуры. Термодинамика. Фазовые равновесия. Кинетические явления / Р.А. Андриевский // Физика металлов и металловедение. – 1999. – Т. 88 – № 1. – С. 50-73.
6. Палатник, Л.С. Структура и свойства конденсированных плёнок / Л.С. Палатник // Сб.: Структура и свойства металлических плёнок. Киев: Наукова думка, 1966. – С. 4-9.
7. Находкин, Н.Г. Электропроводность тонких плёнок золота разной толщины / Н.Г. Находкин // Сб.: Физика металлических плёнок. – Киев: Наукова думка, 1968. – С. 161-167.
8. Борзяк, П.Г. Электронные процессы в островковых металлических плёнках / П.Г. Борзяк. – Киев: Наукова думка, 1980. – 240 с.
9. Карпухин, С.Д. Сканирующая туннельная микроскопия. Аппаратура, принцип работы, применение / С.Д. Карпухин. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 25 с.
10. Yingchun Shan, JiuJun Xu, Xiaodong He, Mingwei Li. Mater 2008, №373-374 p.184-187[5 international Conference on surface engineering Dalian. 2007]
11. Высоцкий, В.В. Структура и перколяционные свойства проводящих пленочных композиций / В.В. Высоцкий // Коллоидный журнал. – 1999. – Т. 60. – № 6. – С. 729-745.
12. Коротаев, А.Д. Сверхтвердые нанокристаллические покрытия/ А.Д. Коротаев // Международная конференция по физической мезомеханике, компьютерному конструированию и разработке новых материалов, Томск, 23-28 авг., 2004.
13. Gleiter, H. Nanostructured materials: basic concepts and microstructure / P. Gleiter // Acta Materialia. – 2000. – V. 48 – № 1. – P. 1-29.
14. Petrov, I. Microstructure Modification of TiN by Ion Bombardment during Reactive Sputter Deposition/ I. Petrov, L. Hultman,

УДК 621.762

Петюшик Е.Е., Романенков В.Е.,  
Евтухова Т.Е., Афанасьева Н.А.

## **ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С МНОГОУРОВНЕВОЙ ПОРОВОЙ СТРУКТУРОЙ**

*БНТУ, г. Минск*

Современные методы каталитического материаловедения не позволяют получать носители с транспортными порами от единиц до десятков микрометров и не обеспечивают высокую механическую прочность, удельную поверхность и проницаемость для жидкостей и газов одновременно.

Эту проблему решает процесс гидратационного твердения дисперсного алюминия, который обеспечивает основные свойства гранулированных носителей одновременно без введения различных упрочняющих веществ и минуя стадию спекания. В работе [1] было показано, что механически прочный и проницаемый для жидкостей и газов пористый композит состава  $Al_2O_3/Al/Me_xO_y$  можно получить гидратационным твердением смеси промышленного порошка алюминия АСД-1 и порошкообразных цеолитов, активного оксида алюминия, полученных механическим размолотом промышленных гранул.

В настоящей работе приведены результаты исследования структуры, механической прочности и проницаемости пористой керамики, полученной методом гидратационного твердения промышленного дисперсного алюминия марок АСД-1, АСД-4 и ПАП-2 в смеси с порошкообразным алюмосиликатным носителем SBA-15, синтезированным в Институте катализа СО РАН и предназначенный для получения гранулированного носителя.

Пористые материалы из промышленных марок порошкообразного алюминия, а также пористые композиты из смеси SBA-15 и промышленного порошка алюминия получали методом гидратационного твердения [2]. При синтезе композитов SBA-15 в определенной массовой пропорции смешивали с дисперсным алюминием.

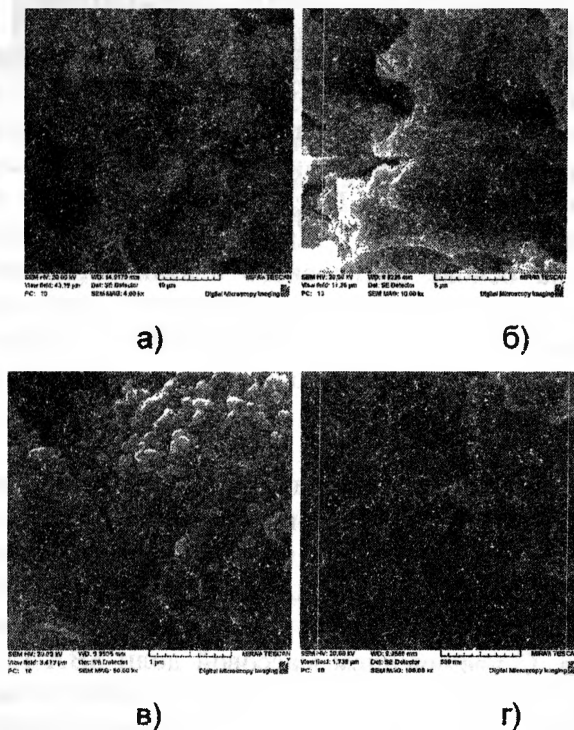


Рисунок 1 – Пористый композит состава ПАП-2 + SBA-15 (40:60 мас.%).

В изученных образцах основу текстуры составляют пористые частицы SBA-15, соединенные в области контакта с гидратированными частицами пигментной пудры ПАП-2

(рисунок 1). Частицы SBA-15, имеющие округлую форму и состоящие из наночастиц гидроксида алюминия, в композите ПАП-2 + SBA-15 (40:60 мас.%) занимают большую часть объема. В процессе синтеза, который сопровождается растворением алюминия и массовой кристаллизацией гидроксида алюминия из пересыщенного раствора, на поверхности алюминия формируется пористый слой в виде агрегата наночастиц гидроксида (рисунок 1,в). Визуально размер (70-120 нм) и форма наночастиц гидроксида алюминия и SBA-15 не отличаются (рисунок 1,г), что обусловлено, в общем, схожими условиями кристаллизации наночастиц из растворов. Наночастицы гидроксида алюминия в гидратированных частицах ПАП-2 и частицах SBA-15 связаны между собой и фазовыми контактами (рисунок 1,г). Материал, как и все пористые композиты на основе дисперсного алюминия, имеет полидисперсную структуру с порами двух типов – транспортными в виде промежутков между частицами SBA-15, SBA-15 и ПАП-2, и мезопорами между наночастицами гидроксида алюминия (рисунок 1,г).

Средний размер частиц порошка SBA-15 не превышает 0,5 мкм, размер пор в пористых материалах из дисперсного алюминия различных марок существенно больше, поэтому частицы SBA-15 занимают поровое пространство. Так, в пористом композите состава ПАП-2 + SBA-15 (60:40 мас.%) (рисунок 2,б) частицы SBA-15 размещаются в системе щелевидных пор. С увеличением массовой доли SBA-15 основными структурообразующими элементами становятся частицы этого порошка. В зависимости от марки порошка алюминия в смеси происходит плавное уменьшение площади и размера пор пористых композитов всех изученных составов и, следовательно, уменьшение их проницаемости (рисунок 3).

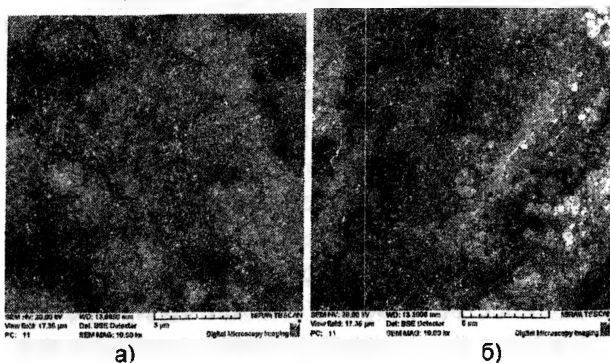


Рисунок 2 – Пористые композиты состава АСД-4+ SBA-15 (80:20 мас.%). (а) и ПАП-2 + SBA-15 (б) (60:40 мас.%).

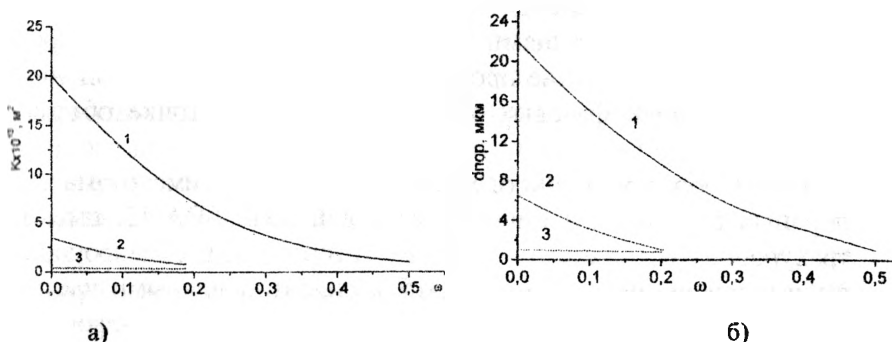


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента проницаемости (а) и среднего размера пор (б) пористого композита от относительного массового содержания SBA-15 для различных марок порошка алюминия (1 -- ПАП-2, 2 – АСД-1, 3 – АСД-4).

Чем меньше размер пор в композитах  $Al(OH)_3/Al$ , тем при меньших значениях относительного массового содержания SBA-15 происходит уменьшение проницаемости и размера пор синтезированных пористых композитов.



Результатам проведенных выше экспериментальных исследований можно дать объяснение, используя элементарную модель формирования порошковой среды при смешивании двух компонентов – дисперсного алюминия и порошка SBA-15.

Частицы мезопористого порошка алюмосиликата SBA-15, в условиях гидратационного твердения порошков алюминия является инертным наполнителем и не образует фазовых контактов между собой. Поэтому с увеличением содержания наполнителя количество фазовых контактов в пористом композите уменьшается, что сопровождается уменьшением механической прочности. Для получения максимальной механической прочности композита при максимальном содержании SBA-15 (который обеспечивает каталитическую активность носителя) частицы активного компонента – порошка алюминия – должны быть меньше частиц SBA-15. В этом случае структура композита будет состоять из крупных частиц SBA-15, окруженных частицами алюминия. Это обеспечит беспрепятственное протекание процесса гидратационного твердения и формирование фазовых контактов в любой точке объема композита.

Таким образом, пористые композиты, независимо от марки порошка алюминия в смеси и массовой доли SBA-15, имеют трехуровневую систему пор, в которой ультрамакропоры сформированы частицами SBA-15 и гидратированными частицами порошка алюминия, мезопоры диаметром до 8 нм сформированы в процессе гидратационного твердения порошка алюминия, а мезопоры 10 нм содержатся в частицах SBA-15.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Тихов, С.Ф. Физико-химические основы синтеза высокопористых композитных материалов через стадию гидротермального окисления порошкообразного алюминия / С.Ф. Тихов, В.Е. Романенков, В.А. Садыков, В.Н. Пармон, А.И. Ратько // Кинетика и катализ. – 2005. – Т. 46. – № 5. – С. 682-700.

2. Huo, Q. Surfactant Control of Phases in the Synthesis of Mesoporous Silica-Based Materials / Q. Huo; D.I. Margolese, G. D. Stucky // Chem. Mater. – 1996; 8(5)/ – P. 1147-1160.

УДК 621.762

Петюшик Е.Е., Евтухов К.С.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ДЕФОРМИРУЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА  
ДЛЯ РАДИАЛЬНОГО ПРЕССОВАНИЯ ТЕЛ  
С ПЕРЕМЕННЫМ ПО ДЛИНЕ ПРОФИЛЕМ**

*БНТУ, г. Минск*

Роль материалов в научно-техническом прогрессе исключительно велика. Особые требования предъявляются к инструментальным материалам. В ряде случаев этим требованиям могут удовлетворить только материалы, способные противостоять высоким механическим нагрузкам и температурам, обладающие высокой твердостью и износостойкостью. К таким материалам относят спеченные твердые сплавы группы WC-Co. Промышленные сплавы этой группы различаются по содержанию кобальта: 3-25 % (BK3-BK25). В зависимости от содержания кобальта их можно условно разделить на три подгруппы: малокобальтовые (3-8 % Co), среднекобальтовые (10-15 % Co), высококобальтовые (20-25 % Co) [1].

Малокобальтовые сплавы, как наиболее твердые и в меньшей степени прочные, применяются главным образом для обработки резанием чугуна, неметаллических материалов, некоторых видов сталей и жаропрочных сплавов, для оснащения волоочильного инструмента, некоторых горных инструментов для бурения мягких пород, зубков врубных машин, коронок вращательного бурения. Традиционные технологии получения твердосплавного инструмента реализуются методом порошковой металлургии и включают операции по подготовке

порошковой шихты, формообразованию заготовки и ее спеканию. В настоящее время такие технологии успешно реализованы для массового производства твердосплавных пластин режущего инструмента, рабочих частей деформирующего инструмента, имеющих простую геометрическую форму и относительно небольшие массу и габаритные размеры. Более сложные технологические приемы приходится использовать по мере усложнения формы твердосплавных изделий, при возрастании соотношений продольных размеров и поперечных, массы. В таких случаях применяют способы формообразования заготовок, обеспечивающие равномерное распределение приложенного к поверхности дискретной (порошковой) заготовке давления, спекание под давлением (горячее изостатическое прессование). Последний способ весьма дорогостоящ при реализации, поэтому дальнейшее развитие способов холодного изостатического прессования, в частности, применительно к получению заготовок из твердого сплава, представляется весьма целесообразным.

В настоящей работе рассматривали возможность и условия формообразования заготовки детали «Проводка таза машин RI-10, RIR-15» (рисунок 1), являющейся специальным элементом для направления проволоки при ее волочении. Рабочая поверхность детали – центральное отверстие с криволинейной образующей – подвергается при эксплуатации интенсивному истиранию проходящей через него стальной проволокой, скорость относительного перемещения которой составляет сотни метров в минуту. В этой связи материал детали – твердый сплав ВК6.

Деталь представляет собой тело вращения, образованное преимущественно криволинейными поверхностями. Деталь имеет небольшие габаритные размеры (34×17 мм), отверстие криволинейной формы с минимальным диаметром 4 мм, сложную наружную конфигурацию. К особенностям конструкции детали относятся большая неравномерность толщины

Секция «Новые материалы и технологии»

стенки и ее малая толщина (1,5 мм на значительной длине), наличие переходов с минимальными радиусами кривизны между образующими поверхностями, немонотонность изменения профилей внутренних и наружных криволинейных образующих, малый диаметр внутреннего отверстия.

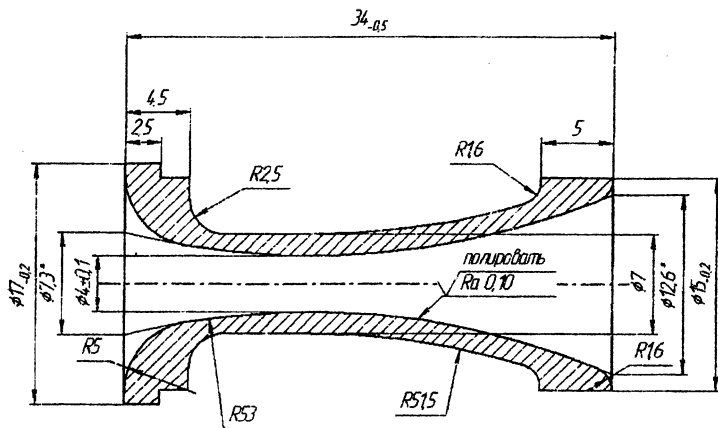


Рисунок 1 – Эскиз детали «Проводка таза машин RI-10, RIR-15»

Материал детали является весьма дорогостоящим, трудно поддается механической обработке, особенно с учетом сложности профиля внутренней поверхности, ее малого диаметра и малой толщины стенки. Не представляется возможной и технология с промежуточным спеканием и промежуточной механической обработкой в силу низких прочностных свойств предварительно спеченной заготовки в силу ее «ажурности». Тем самым к заготовке детали перед финишными операциями (независимо от способа получения) предъявляются следующие основные требования: максимальное приближение размеров и конфигурации к окончательным для готовой детали; минимальные внутренние напряжения как следствие возможной неравноплотности по объему и наличия концентраторов напряжений (конструктивные изменения детали не допускаются).

Указанные особенности конструкции детали обуславливают выбор способа формирования заготовки, который способен обеспечить одновременно получение заданной конфигурации поверхностей при максимально равномерной плотности прессовки по объему. Наиболее просто удовлетворяет этим требованиям способ сухого радиального прессования уплотняемых материалов [2] при уплотнении на оправку. В этом случае может быть использована следующая маршрутная технология изготовления детали «Проводка таза машин RI-10, RIR-15»: 1 – радиальное (квазиизостатическое) прессование; 2 – спекание; 3 – шлифование наружного контура; 4 – полирование внутреннего контура.

На стадии получения заготовки наиболее ответственным является этап проектирования деформирующего инструмента. Получаемая в результате прессования заготовка должна иметь размеры и форму, которые после проведения процесса спекания станут максимально близкими к требуемым для готовой детали с минимальными допусками на механическую обработку.

Известно, что объемная усадка твердого сплава ВК6 при спекании в вакууме по стандартным режимам заготовки, полученной прессованием при давлении 110 МПа, составляет ~ 23% [3]. Материал в этом случае имеет плотность 14550 кг/м<sup>3</sup> и твердость HRA 88, что соответствует ГОСТ 3882-74. Расчет полости формы, таким образом, производится из условия, что линейные размеры прессовки в процессе прессования с приложением радиального давления не изменяются, а все размеры прессовки в процессе ее спекания будут претерпевать изменения из условия сохранения массы материала. После проведения соответствующих расчетов получены размеры и конфигурация необходимой прессовки и полости формы для заправки порошка под последующее радиальное прессование (рисунки 2, 3).

Исходя из конфигурации детали можно отметить требования, предъявляемые к конструкции пресс-формы: форма

должна быть разъемной и многоместной для обеспечения свободного извлечения прессовки и повышения производительности изготовления изделия [4]. Внешние размеры и конфигурация прессформы (рисунок 4) определяются соответствующими параметрами рабочей камеры пресс-блока технологического оборудования: установки для радиального прессования.

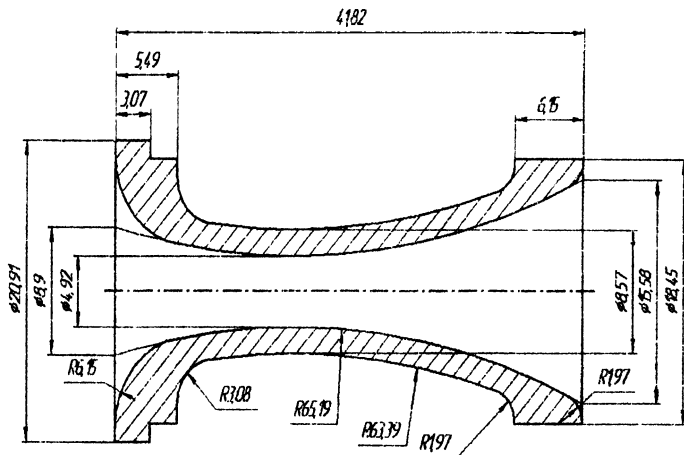


Рисунок 2 – Эскиз прессовки детали «Проводка таза машин RI-10, RIR-15»

При разработке конструкции формы для реализации вышеперечисленных требований к ней и принимая во внимание геометрию детали, оправку 1 следует изготовить составной для свободного её извлечения из прессовки. Эластичная оболочка 2 также должна состоять из нескольких частей: двух полуформ, фиксирующихся в собранном состоянии эластичным бандажом. Для облегчения процесса сборки-разборки формы отверстие бандажа и наружные поверхности полуформ оболочки следует изготовить коническими. Для удобства засыпки порошка в многоместную форму при последовательном расположении прессовок [2], бандаж также должен быть составным.

Секция «Новые материалы и технологии»

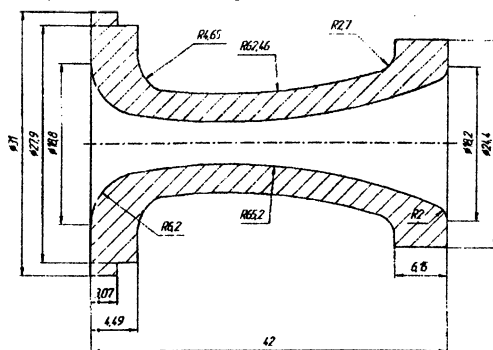


Рисунок 3 – Эскиз засыпки детали «Проводка таза машин RI-10, RIR-15»

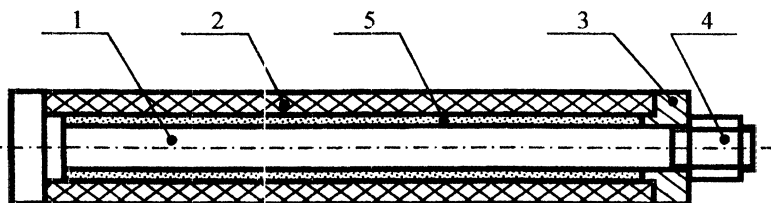


Рисунок 4 – Схема пресс-формы для радиального прессования уплотняемых материалов принципиальная

Конструктивная реализация изложенных рекомендаций обеспечит получение после спекания заготовки детали «Проводка таза машин RI-10, RIR-15», максимально приближенной к размерам готовой детали.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков, В.И. Твердые сплавы, тугоплавкие металлы, сверхтвердые материалы / В.И. Третьяков, Л.И. Клячко. – М.: ГУП Изд-во «Руда и металлы», 1999. – 356 с.

2. Реут, О.П., Сухое изостатическое прессование уплотняемых материалов / О.П. Реут, Л.С. Богинский, Е.Е. Петюшик. – Минск: Дзбор, 1998. – 258 с.

3. Форма для прессования изделий из уплотняемых материалов: пат. 11279 Респ. Беларусь, МПК<sup>7</sup> В 22 F 3/02. / А.С.Калиниченко, Е.Е. Петюшик, О.П. Реут, Т.Е. Петюшик, В.И. Ярмолинский; БНТУ. – № а20060753; заявл. 19.07.2006; Опубл. 30.10.2008 // Официальный бюллетень / Изобретения, полезные модели, промышленные образцы. – 2008. – № 5. – С. 67.

4. Калиниченко, А.С. Инструментальное обеспечение получения сквозных полостей в порошковых прессовках / А.С. Калиниченко [и др.] // Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь: Материалы II междунар. научно-практ. конф. / под общ. ред. Б.М. Хрусталева. – Минск: УП «Технопринт». – С. 286-291.

УДК 621.726

Петюшик Е.Е., Романенков В.Е., Евтухова Т.Е.  
**МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ И СТРУКТУРА  
КОМПОЗИЦИОННОГО  
УГЛЕРОДНО-КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА**

*БНТУ, г. Минск*

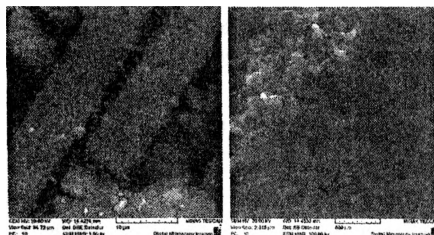
Структура адсорбентов имеет принципиальное значение для эффективности теплообменных процессов в тепловых насосах, которые в свою очередь обусловлены множеством факторов – характером упаковки слоя (порозность, координационное число), формой зерен адсорбента, их составом, присутствием или отсутствием адсорбата на внутренней поверхности адсорбента и т.п. [1]. Структура адсорбента, способ укладки зерен должны обеспечить доступность всей поверхности адсорбента потокам пара и теплоты. Для обеспечения переноса пара в любом микрообъеме адсорбента необходима система связанных транспортных пор.



Для получения образцов композиционного адсорбента ткань УВМ «БУСОФИТ» (ТУ РБ 00204056-108-95, ПО «ХИМВОЛОКНО», г. Светлогорск) мелко нарезали, просеивали через сито 100 мкм, в определенной массовой пропорции смешивали с пигментной пудрой ПАП-2, смесь загружали в разъемную многоместную форму из коррозионно-стойкой стали и подвергали гидротермальной обработке при температуре 100°C в течение 1,5-2 ч. Образцы в виде цилиндров Ø10x10 мм предназначались для исследований методом адсорбции, исследований особенностей структуры материала на СЭМ и для механических испытаний.

В процессе гидратационного твердения смеси пигментной пудры ПАП-2 и УВМ «БУСОФИТ» на поверхности углеродного волокна формируется покрытие различной морфологии. На СЭМ-фото (рисунок 1) покрытие проявляется в виде отдельных частиц и в виде сплошной плёнки, наблюдаются отдельные крупные частицы (длиной 1...2 мкм) вещества покрытия, а также поверхность волокна без покрытия.

Сплошное покрытие, также как и поверхность самого волокна, состоит из частиц – микроблоков. Оно отличается от исходного волокна более крупными размерами микроблоков (100...200 нм), и тем, что они расположены хаотично, не просматривается их упорядочение вдоль оси волокна.



Х 5000

х 100000

Рисунок 1 – СЭМ изображение УВМ, модифицированного наночастицами гидроксида алюминия

Кроме этого гидроксид алюминия кристаллизуется на волокне УВМ и в виде отдельных частиц размерами до 2 мкм. Ранее [2] было установлено, что наночастицы гидроксида алюминия представляют собой агломераты более мелких частиц с характерным размером не более 10 нм предположительно аморфного строения. Авторы работ [3, 4] предполагают, что крупные частицы гидроксидов металлов формируются на местах макропор УВМ, расположенных на поверхности исходного волокна.

Между наночастицами гидроксида алюминия также формируются поры. Таким образом, из полученных данных СЭМ следует, что система пор в модифицированном гидроксидом алюминия УВМ «БУСОФИТ» имеет структуру двойного сита. Сверху его составляют поры в пленке гидроксида алюминия, ниже поры в самом волокне.

Если на отдельных микрофотографиях не обнаруживается заметной агрегации модифицирующих углеродное волокно частиц гидроксида алюминия (рисунок 2,б), то на других гидроксид сформирован в виде сплошного слоя соединенных между собой наночастиц байерита толщиной до 0,5 мкм (рисунок 2,а).

На границе между УВМ и слоем байерита (рисунок 3) поверхность УВМ покрыта тонкодисперсной фазой, закрывающей большую часть макропор на поверхности исходного волокна. Результаты микронзондового анализа свидетельствуют о наличии в поверхностном слое волокон алюминия, скорее всего в виде гидроксида, концентрация которого сопоставима с концентрацией углерода. На основании проведенных исследований и анализа литературных источников [4], рассматривающих процессы электрохимического модифицирования УВМ, механизм формирования блочных адсорбентов на основе УВМ «БУСОФИТ» может быть представлен следующим образом:

- генерация в раствор ионов алюмината  $Al(OH)_4^-$  в процессе электрохимического растворения дисперсного алюминия [4];
- формирование раствора электролита, в котором растворяющийся алюминий является анодом, а УВМ – катодом;
- перенос ионов алюмината к катоду при установившейся в растворе разности потенциалов и возрастании pH;
- СОРБЦИЯ молекул гидроксида алюминия в виде тонкого слоя на поверхности волокон и модификация УВМ;
- массовая кристаллизация наночастиц байерита на модифицированной поверхности УВМ.
- формирование пористого слоя байерита на поверхности волокон УВМ.
- формирование фазовых контактов между покрытым слоем байерита УВМ и твердеющим дисперсным алюминием.

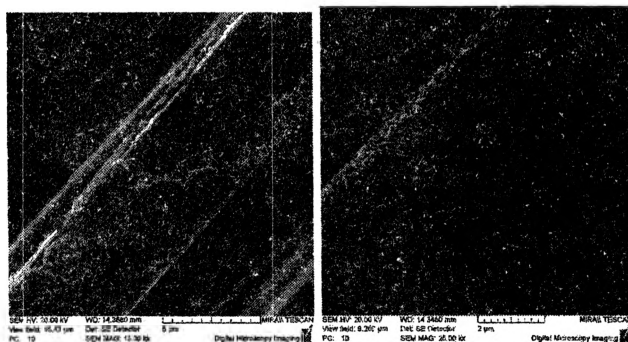


Рисунок 2 – СЭМ изображение УВМ, модифицированного гидроксидом алюминия в виде сплошного слоя (а) и неагрегированных наночастиц (б)

Таким образом, синтезированный композиционный углерод-керамический материал (адсорбент) имеет трехуровневую систему пор, в которой ультрамакропоры сформированы

волокнами УВМ и гидратированными частицами ПАП-2 (рисунок 3), мезопоры сформированы в процессе гидратационного твердения ПАП-2, а микропоры содержатся в волокнах УВМ «БУСОФИТ». Материал имеет высокую для такого класса материалов механическую прочность, а метод гидратационного твердения позволяет формировать фазовые контакты.

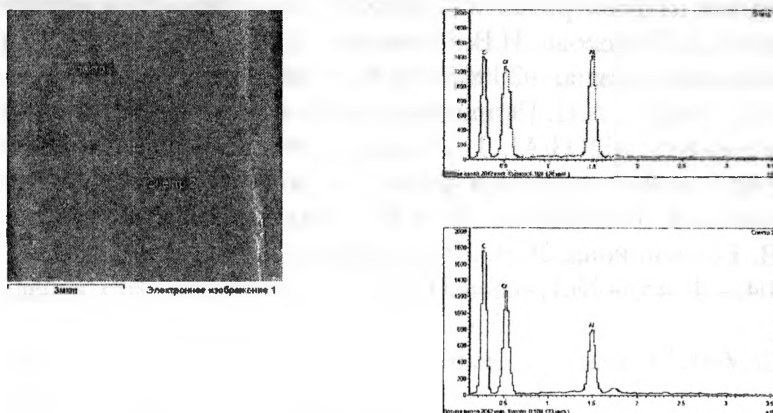


Рисунок 3 – Структура и энергодисперсионные спектры выделенных участков поверхности углеродно-керамического материала

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Аристов, Ю.И. Оценка работы низкотемпературного адсорбционного холодильника: влияние свойств адсорбента воды / Ю.И. Аристов, Д.М. Чапаев // Теплоэнергетика. – 2006. – № 3. – С. 73-77.
2. Ратько, А.И. Влияние термической дегидратации байерита на адсорбционно-структурные свойства и механическую прочность пористого композита  $Al/Al_2O_3$  / А.И. Ратько, В.Е. Романенков, Е.В. Болотникова, Ж.В. Крупенькина // Доклады НАНБ. Химия. – 2003. – Т. 47. – № 5. – С. 62-65.

3. Шевелева, И.В. Электрохимический метод формирования осадков на поверхности углеродных волокнистых материалов / И.В. Шевелева, А.П. Голиков, В.Г. Курявый, Л.А. Земскова // Научная сессия МИФИ-2005: сб. науч. тр. – М.: МИФИ, 2005. – Ч. 2 4. – С. 57.

4. Земскова, Л.А. Электрохимические методы концентрирования на электродах из углеродных волокнистых материалов / Л.А. Земскова, И.В. Шевелева, В.Ю. Глущенко // Химическая технология. – 2004. – № 7. – С. 6-11.

5. Ратько, А.И. Гидротермальный синтез пористой металлокерамики  $Al_2O_3/Al$ . 1. Закономерности окисления порошкообразного алюминия и формирования структуры пористого композита  $Al(OH)_3/Al$  / А.И. Ратько, В.Е. Романенков, Е.В. Болотникова, Ж.В. Крупенькина // Кинетика и катализ. – 2004. – Т. 45. – № 1. – С. 154-161.

УДК 691.33

Сидоренко Ю.В., Коренькова С.Ф.

## О ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ПЕНОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

*Самарский государственный архитектурно-строительный университет, г. Самара, Россия*

*The review of works on structurization of foam concretes shows that the majority of the developed methods are connected with foam stabilization. Meanwhile the formation of porous system is defined not only the superficial phenomena, but also hydrodynamic factors on various technological repartitions.*

Наметившийся в последние годы подъем в области жилищного строительства ставит перед строителями, учеными-материаловедами задачи по разработке малоэнергоёмких,

экологически безопасных, обладающих достаточным перечнем технических характеристик строительных материалов и изделий, произведенных на основе местной сырьевой базы регионов. В связи с этим происходит постепенная переоценка, модернизация существующих высокоэнергоемких технологий производства различных строительных материалов, в том числе и силикатных мелкоштучных стеновых, отделочно-облицовочных изделий. Например, сейчас активно развивается применение теплоизоляционного пенобетона для строительства жилья малой и средней этажности, жилых домов индивидуальной планировки в городской среде и сельской местности.

Обзор работ по структурообразованию пенобетонов показывает, что большинство разработанных методов носят экспериментальный характер и связаны со стабилизацией пены за счет введения стабилизаторов, добавок, способствующих образованию нерастворимых осадков или адсорбционных слоев на границе жидкость – газ, микронаполнителей, стабилизирующих газовые пузыри, и т.д. [1-4].

Между тем, очевидно, что формирование поризованной системы определяется не только поверхностными явлениями, но и гидродинамическими факторами на разных технологических переделах [5]. Устойчивость пенных структур рассматривалась, в частности, в работах В.В. Кротова, К.Б. Канна [6-8] и др., однако наличие трехфазной среды и трудность определения граничных условий между фазами затрудняют теоретический анализ этой проблемы (при получении пены в пеногенераторе рассматривается двухфазная среда (т.е. газовая фаза и жидкость), в условиях смешения цементно-песчаной композиции с пеной -- трехфазная среда).

Неправильный подбор технологических параметров на практике может способствовать потере устойчивости многокомпонентной смеси в виде расслоений фаз. Процессы в твердо-газо-жидкостных системах (пенобетонах) существенно отличаются от твердо-жидкостных:

- взаимодействием твердой и газовой фаз;
- стесненностью фаз;
- влиянием поверхностных факторов;
- существенным влиянием гидродинамических полей на формирование структуры пористого материала.

В связи с трудностью описания взаимодействия фаз пенобетонной смеси не существует четких подходов и принципов формирования математических моделей для разных технологических переделов, учитывающих структуру потоков смешивающихся фаз и межфазный обмен импульсами.

Исходя из вышеизложенного, предпринята попытка наметить подходы к моделированию процессов структурообразования в пенобетонной смеси на основе механики взаимопроникающих сред, рассматривается аспект общей устойчивости, затрагивающий вопрос расслоения фаз в процессе индукционного периода пенобетонной смеси.

Для упрощения модели принято, что время индукционного периода твердения намного больше периода гидродинамического структурообразования, так как частицы цемента еще не успевают вступить во взаимодействие с водой и между ними отсутствует межфазное взаимодействие. Если пренебречь скоростью движения твердой фазы относительно жидкой, то твердо-жидкая фаза может рассматриваться как однокоростной континуум. В качестве второй взаимопроникающей фазы рассматривается газовая (в виде шаровых сжимаемых пузырьков). Взаимодействие фаз в общем виде для изотермического режима необходимо отобразить совокупностью уравнений состояния каждой из фаз, изменения импульса и неразрывности в пространстве размеров твердых частиц первой фазы и газовых включений. Модель должна учитывать переходы массы и импульса из одной фазы в другую: осаждение частиц твердой фазы на газовых пузырьках, переход воздуха из пузырьков в жидкую компоненту первой фазы или возникновение газовой фазы. Межфазное взаимодействие может быть учтено с помощью эффективной вязкости

по уравнению Эйнштейна. Отметим, что сложность рассматриваемой работы состоит также в том, что агрегация происходит как между одноименными, так и разноименными фазами. Результат взаимодействия твердой частицы с пузырьком зависит как от кинетической энергии взаимодействия, так и от состояния поверхности пузыря. Также необходимо проанализировать возможность включения в модель явлений агрегации и дробления газовой фазы, возможности упрощения модели для частных случаев.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Меркин, А.П. Научные и практические основы улучшения структуры и свойств поризованных бетонов: дисс... докт. техн. наук / А.П. Меркин. – М., 1971. – 270 с.
2. Современные пенобетоны / Под ред. П.Г. Комохова. – СПб., 1997. – 160 с.
3. Прошин, А.П. Пенобетон (состав, свойства, применение) / А.П. Прошин [и др.]. – Пенза: ПГУАС, 2003. – 161 с.
4. Шахова, Л.Д. Поверхностные явления в трехфазных дисперсных системах / Л.Д. Шахова // Пенобетон-2003: Труды конференции БГТУ. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова // Тематический выпуск: «Пенобетон». – Белгород, 2003. – № 4. – 149 с.
5. Сидоренко, Ю.В. Формирование пористой структуры в теплоизоляционных пенобетонах / Ю.В. Сидоренко // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: сборник научных трудов XVI Международного научно-методического семинара // Под общ. ред. П.С. Пойты, В.В. Тура. – Брест: БрГТУ, Беларусь, 2009. – Ч.2. – С. 93-97.
6. Канн, К.Б. Капиллярная гидродинамика пен / К.Б. Канн. – Новосибирск: Наука, 1989.
7. Канн, К.Б. Некоторые закономерности синерезиса пен / Коллоидный журнал. – 1978. – Т. 40. – С. 858.



8. Кротов, В.В. Обобщенные уравнения синерезиса / В.В. Кротов // Коллоидный журнал. – 1984. – Т. 4. – С. 14.

УДК 620.91

Трещ А.М.

## ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ЛИВИИ

БНТУ, г. Минск

*This paper will highlight renewable energy (RE) applications in the country, the gained experience, the RE resources, and the future prospects for the utilization of RE recourses.*

Ливия – страна экспортер нефти, расположенная в центре Северной Африки, с населением 6 миллионов жителей проживающих на территории 1 750 000 км<sup>2</sup>. Среднесуточная солнечная радиация на горизонтальную поверхность составляет 7,1 кВт/час/м<sup>2</sup> в день в прибрежных районах, и 8,1 кВт/час/м<sup>2</sup> в день в южном регионе, со средней продолжительностью солнечного времени более 3500 часов в год. Национальная электросеть состоит из сети высокого напряжения длиной около 12000 км, сети среднего напряжения длиной около 12500 км и 7000 км сети низкого напряжения. Установленная мощность составляет 5600 МВт с пиковой нагрузкой 3650 МВт, по состоянию на 2004 год. Несмотря на это, есть много поселений в отдаленных районах, расположенных далеко от этих сетей. По экономическим причинам эти районы не могут быть подключены к сети, исходя из небольшой численности населения, а также по причине потребности в небольшом количестве энергии. В прошлом эти факторы диктовали использование дизель-генераторов в качестве источника питания. Использование дизель-генераторов нуждается в постоянном обслуживании и непрерывной подаче топлива. По этим причинам возникла необходимость поиска других источников, таких как возобновляемые источники энергии. Более того

возобновляемые источники энергии, являются чистыми и надежными источниками энергии, которые можно использовать во многих приложениях, в отдаленных районах (электричество, насосные станции и т.п.). Возобновляемые источники энергии могут быть использованы в широком спектре приложений из-за их удобства, а также по причине экономической привлекательности во многих сферах. Важнейшие возобновляемые источники энергии это солнечная энергия, энергия ветра и биомасса. Фотоэлектрические преобразования, которые прямо преобразуют солнечную энергию в электричество, могут рассматриваться как самый надежный источник для сельской электрификации. Использование энергии ветра для электрификации отдаленных районах не будет столь надежным источником энергии, так как ветер не гарантирует непрерывную работу генераторов. Кроме этого использование ветра для производства электроэнергии нуждается в обслуживающем персонале.

Возобновляемые ресурсы. Сценарий развития возобновляемых источников энергии для Ливии в соответствии MED-CSP (Транс-средиземноморской кооперации для концентрации солнечной энергии) показан в таблице 1, а потребление электрической энергии и источников ее производства в 2050 году представлено на рисунке 1.

Таблица 1 – Возобновляемые источники энергии в Ливии

Тип	Потенциал, млрд. кВт-ч/г
Солнечная энергия	140,000
Энергия ветра	15
Биомасса	2
Всего	157,000



**Рисунок 1 -- Потребление электроэнергии в Ливии и используемые ресурсы.**

Возобновляемые источники энергии начали использовать в широком спектре приложений по причине их удобства и экономической эффективности. Возобновляемые источники энергии, используемые в Ливии это: системы фотоэлектрического преобразования солнечной энергии, солнечные тепловые системы, системы преобразования энергии ветра и биомассы.

**Фотоэлектрические системы.** Использование фотоэлектрических систем в Ливии началось в 1976 году, и с тех пор многие проекты были разработаны для потребителей различной мощности и типов приложений. Первым проектом стала фотоэлектрическая система катодной защиты для нефтепровода от месторождения Dahra до порта Sedra. Проекты в области связи были начаты в 1980 году, когда фотоэлектрические системы начали использовать для энергоснабжения станции микроволновых ретрансляторов возле города Зелла. Проекты в области откачки воды были начаты в 1983 году, когда насосная система с питанием была использована для перекачки воды для орошения в El-Agailat. Использование фотоэлектрических систем для электрификации сельских районов и освещения началось в 2003 году. Фотоэлектрические системы находят все большее число типов приложений и их роль значительно возросла.

Перспективным направлением является применение фотоэлектрических систем в микроволновых сетях связи. Ливийская микроволновая сеть связи состоит из более чем 500 станций-ретрансляторов. Только 9 удаленных станций были запитаны от фотоэлектрических систем до конца 1997 года с общей пиковой мощностью в 10,5 кВт. Суммарная установленная мощность фотоэлектрических станций, установленных к концу 2005 года составляло около 420 КВт. Рисунок 2 показывает количество установленных фотоэлектрических систем в сетях связи в период 1980-2005.

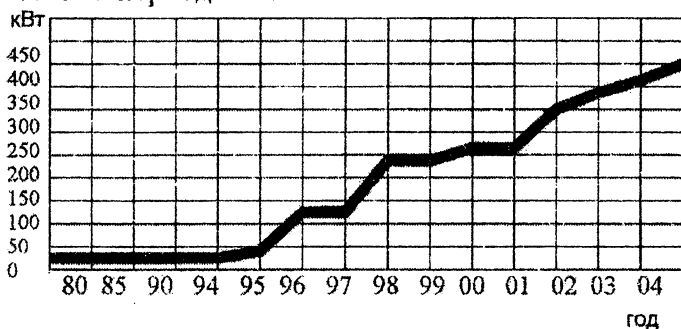


Рисунок 2 – Развитие пиковой мощности фотоэлектрических систем в период 1980-2005

Использование фотоэлектрических станций в катодной защите. Стоимость одного киловатт-часа с ежедневной нагрузкой 15 кВт-ч для станций катодной защиты составляет 1,4 \$ на потребителя, который находится в 5 км от электросети. В другом исследовании было установлено, что фотоэлектрические системы будут наиболее выгодным решением на расстоянии более 1,2 км от сети. На рисунке 3 показано сравнение затрат на поставку энергии на станции катодной защиты. Станции катодной защиты, как правило, находятся далеко от электросетей, поэтому при нагрузке 15 кВт ч/день и удалении потребителей более чем на 2 км выгодно использовать фотоэлектрические станции.

Секция «Новые материалы и технологии»  
Стоимость доставки электроэнергии от разных источников

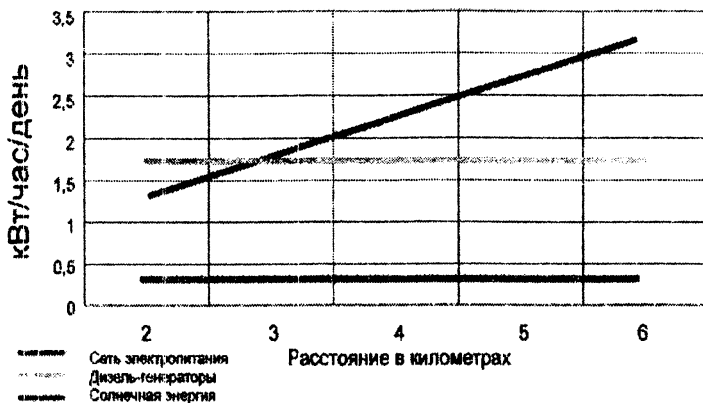


Рисунок 3 – Стоимость киловатт-часа в зависимости от расстояния

Сравнивая стоимость можно сказать, что фотоэлектрические системы являются наиболее экономичным выбором. Общее количество фотоэлектрических систем в этой области составило около 300 на конец 2005 года, с общей установленной мощностью 540 кВт.

*Заключение.* Ливия может рассматриваться как место с высокими потенциальными возможностями для производства возобновляемой энергии. Использование автономных фотоэлектрических систем питания в области связи, катодной защиты, электрификация сельских районов, и откачки воды, является оправданным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Hibal, et al.: 2004, M.Sc. Thesis, Faculty of Engineering, Al-Fateh University, Libya.
2. Saleh Ibrahim, I. M., et al.: 2003, Photovoltaic conversion in Telecommunication Network in Libya.

Федорцев В.А., Бабук В.В., Мисник И.В.  
**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФИНИШНОЙ  
ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ ДИСКОВ**

*БНТУ, г. Минск*

Предлагаемая технология относится к односторонней абразивной обработке деталей малой жесткости из полимерных материалов, а также покрытий на их основе. Наиболее целесообразно использовать данное техническое решение при производстве или восстановлении деталей типа нежестких дисков, в частности, обработки их рабочих плоских поверхностей или их тонких покрытий методом полирования.

В данном случае для их формообразования наиболее эффективно использовать финишные методы обработки, к которым, прежде всего можно отнести доводку (притирку) и полирование на специальном технологическом оборудовании [1].

Известен способ доводки плоской поверхности детали, при котором заготовке и, по меньшей мере, одному из инструментов (притиру) сообщают перемещение друг относительно друга, а в зону обработки подают смазывающе-охлаждающую жидкость (СОЖ) и абразивную суспензию [2].

Недостатком указанного аналога предлагаемого способа (в случае применения его для финишной обработки изделий из полимерных материалов и мягких цветных металлов (меди, алюминия и их сплавов) является засаливание рабочей поверхности инструмента частицами абразивного порошка и продуктами обработки, что приводит к потере его режущей способности и снижению качества обработки плоской поверхности детали. Последнее обстоятельство присуще и другому известному способу финишной обработки плоской поверхности детали, который включает этапы ее предварительной и окончательной обработки вращающимся инструментом, когда окончательную обработку производят СОЖ на водной

основе, а предварительную обработку – масляным веществом с абразивным порошком, зернистость которого в 10-30 раз меньше зернистости алмазного абразивного инструмента [3].

Недостаток данного способа обусловлен тем, что использование инструмента с закрепленными абразивными частицами предусматривает передачу заготовке значительных усилий резания, которые не позволяют производить финишные операции деталей с малой жесткостью, т.е. линейным соотношением размеров (толщины к диаметру) порядка 1:50 и более. В результате этого за один рабочий цикл вращающийся инструмент обеспечит съем припуска материала с поверхности заготовки сопоставимой с толщиной самого изделия и (или) его наружного покрытия.

Общим недостатком всех вышеуказанных способов, а также устройств (технологического оборудования) для их реализации, является тот факт, что всегда существует необходимость соблюдения обязательного условия прохождения инструментом центральной зоны детали с осью ее вращения, а также неравномерность распределения величины внешней нагрузки  $P$  по поверхности изделия. Это делает любой инструмент непригодным для финишной обработки плоской поверхности деталей типа диска малой жесткости, закрепляемой по центральному сквозному отверстию из-за опасности появления трещин в материале диска (или в его покрытии) от воздействия нагрузки  $P$  при жестком инструменте.

Эта задача была решена авторами в ходе совершенствования технологии и повышения качества обработки плоской поверхности детали малой жесткости, применительно к условиям ее изготовления на серийном шлифовально-полировальном или полировально-доводочном станке, например мод. ЗПД-320, применяемом в оптико-механическом производстве. Для этого в предлагаемом способе финишной обработки плоской поверхности детали, включающем этапы ее предварительной и окончательной обработки вращающимся инструментом

с использованием смазочно-охлаждающей жидкости, деталь закрепляют с возможностью вращения вокруг оси, эксцентрично расположенной по отношению к оси вращения инструмента, которому дополнительно сообщают однонаправленное осциллирующее круговое движение относительно оси детали, при этом на этапе предварительной обработки в качестве смазывающе-охлаждающего вещества используют абразивный порошок АСМ 1/10 с добавкой глицерина, а на этапе окончательной обработки используют абразивный порошок АСМ 0,3/0, который наносят на свободные участки детали.

Это техническое решение поясняется чертежом, где на рисунке 1 показана схема финишной обработки нежестких дисков на полировально-доводочном станке мод. ЗПД-320, включая общий вид устройства – вид сверху на это устройство (без нажимного диска).

Устройство монтируется на планшайбе 1, на которой заранее с помощью фторопластового винта 2 (с левосторонней резьбой) фиксируется деталь 3. На плоской поверхности детали 3 самоустанавливаются три притира, каждый из которых представляет собой демпфирующий пластмассовый корпус 4 со скругленными краями (например, из полиуретана). Рабочая поверхность корпуса 4 обтягивается эластичным материалом 5, как правило, на натуральной основе (например, мягкой хлопчатобумажной тканью) и закрепляется кольцом 6. Верхняя часть корпуса 4 имеет резьбовое отверстие под ниппель 7, в который входит своей сферической частью малая осьповодок 8. В свою очередь малые осиповодки 8 вставляются в равномерно расположенные отверстия нажимного диска 9 с центральным осевым углублением для поводка 10 полировально-доводочного станка, играющего роль ведущего звена. Кинематическая схема исполнительного механизма станка обеспечивает возвратно-поступательное движение поводка 10, которое передается через нажимной диск 9 на притиры 4,



вызывая их однонаправленное осциллирующее круговое движение относительно оси детали 3.

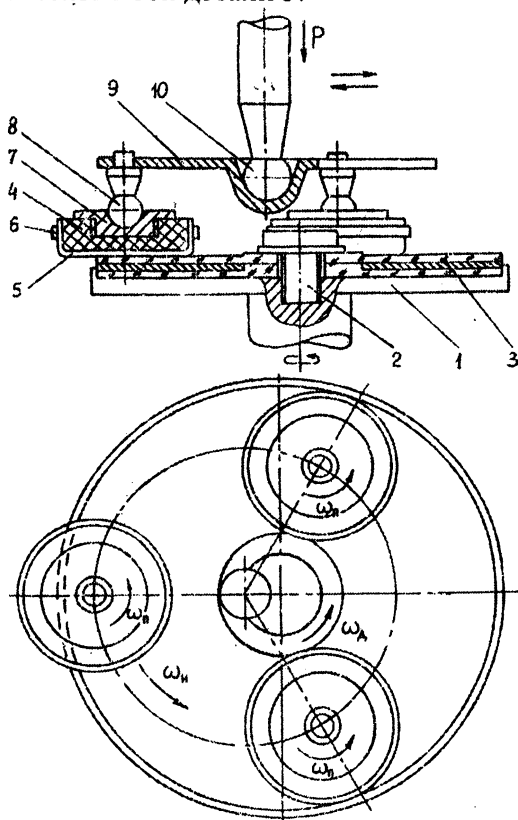


Рисунок 1 – Схема финишной обработки нежестких дисков на полировально-доводочном станке мод. ЗПД-320

Устройство работает следующим образом.

При включении привода станка сообщается вращение шпинделю с планшайбой 1 и деталью 3, а также относительное возвратно-поступательное перемещение штанге станка с жестко закрепленным на ней поводком 10. Вследствие наличия сил трения и силы прижима  $P$  вращение планшайбы 1

и детали 3 вызывает аналогичное движение трех притиров, а колебание штанги станка через поводок 10 и нажимной диск 9 равномерно передает нагрузку на малые оси-поводки 8 и вызывает однонаправленное осциллирующее круговое движение притиров относительно оси детали.

Вращение инструментов за счет сил трения с поверхностью заготовки осуществлялось с угловой скоростью  $\omega_I$ , которая составляла 0,7..0,9 от угловой скорости вращения детали  $\omega_D$ . Абразивная паста регулярно наносится на свободные участки детали и растирается рабочей поверхностью инструментов, последние в свою очередь периодически выходят за край детали, обеспечивая равномерное распределение скоростей относительного скольжения и вынос шлака из зоны обработки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ящерицын, П.И. Упрочняющая обработка нежестких деталей в машиностроении / П.И. Ящерицын. – Минск: Наука и техника, 1986. – 215 с.
2. А.с. 131246, МПК В 24В 37/04, 1959.
3. А.с. 1000236, МПК В 24В 1/00, 1983.

УДК 678.057.3

Шавловский С.Г., Новиков А.К.

## ТЕХНОЛОГИЯ ДИСКОВОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

УО «ВГТУ», г. Витебск

*This work is directed on problem probe regranulates a multi-component polymeric waste and thermoplastics with a narrow temperature range. The operation purpose is creation of technique of processing a multicomponent waste of polymeric materials by a method of disk agglomeration sintering. Object of research is the schemes of granulation a wastes of thermoplastic materials in a granules.*

Одним из наиболее эффективных типов оборудования для переработки пластмасс является пласткомпактор, работа которого основана на принципе дисковой агломерации полимерных отходов. Преимуществом такого способа переработки является то, что материал при агломерации не плавится. Это имеет особое значение для тех материалов, у которых очень узкие границы между температурами размягчения и плавления, либо для смеси полимерных отходов. Благодаря щадящей переработке, краткой продолжительности цикла, а значит, и низкой степени термодеструкции, пласткомпактор представляет собой экономичную альтернативу экструдеру для регрануляции.

Процесс дисковой агломерации основан на размягчении полимерного материала в зазоре между дисками пласткомпактора при движении материала в зазоре под действием эффекта Вайсенберга. Перерабатываемый материал доставляется в зону роторного и статорного дисков шнековым дозатором (рисунок 1). В результате трения материала о диски полимер разогревается до температуры размягчения. Под действием центробежной силы и давления от шнека материал проходит через зону охлаждения образуя стренги конечной длины.

В дальнейшем компактированный материал измельчается до требуемых размеров на дробилке.

В зависимости от типа перерабатываемого материала и требованию к агломерату были разработаны две технологические схемы линии дисковой агломерации.

Схема максимальной комплектации (рисунок 2) предназначена для получения гранул переработанного материала высокого качества. Линия данной комплектации отличается наличием систем сепарации мелкой фракции и возврата крупных частиц на повторную переработку, а также промежуточного охлаждения стренг перед дроблением.

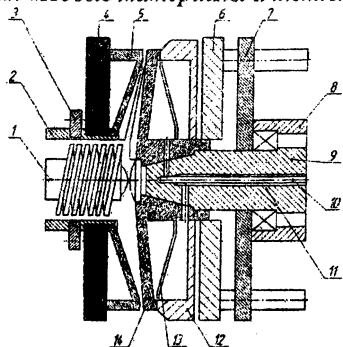


Рисунок 1 – Зона уплотнения с роторным и статорным дисками [1, 2]:

1 – шнек питателя; 2 – цилиндр винтового питателя; 3 – фланец крепления; 4, 6 – корпус дискового агломератора; 5 – неподвижный диск; 7 – фланец; 8 – стакан; 9 – вал; 10 – подача охлаждающей жидкости; 11 – забор охлаждающей жидкости; 12 – охлаждающий диск; 13 – фланец; 14 – подвижный диск.

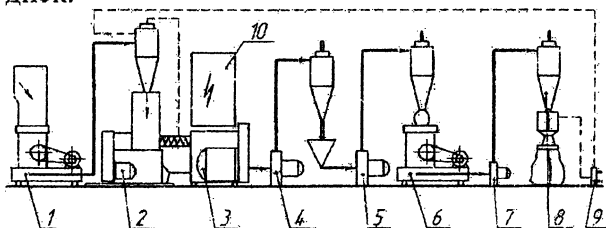


Рисунок 2 – Максимальная схема комплектации линии дисковой агломерации:

1 – дробилка предварительного дробления; 2 – система транспортировки с питателем и устройством подачи; 3 – пласткомпактор; 4 – система транспортировки; 5 – промежуточное охлаждение (по выбору); 6 – дробилка конечного дробления; 7 – система транспортировки; 8 – сепарация мелкой фракции; 9 – система возвращения больших частиц для переработки; 10 – шкаф электроавтоматики

Процесс переработки на линии дисковой агломерации данной комплектации начинается с предварительного измельчения крупногабаритных отходов в дробилке 1. С дробилки частицы измельченного материала подаются в систему транспортировки с питателем и устройством подачи 2. Потом чистый сухой материал подается в накопительный бункер пласткомпактора 3, откуда через отверстие статорного диска с помощью прессующего шнека поступает в рабочую зону между роторным и статорным дисками, оснащенными сменными пластикаторными элементами. За счет высокого трения между уплотнительными дисками материал быстро нагревается до температуры размягчения. При этом поверхности материала спекаются и образуются палочки длиной до 60 мм, которые отсасываются системой пневмотранспортировки 4, после этого частицы попадают в промежуточное охлаждение 5 и в последующей дробилке 6 дорезаются до необходимой величины. С дробилки при помощи системы транспортировки 7 частицы пропускают через воздушный сепаратор 8, который отделяет пыль и мелкие частицы. Затем гранулы попадают в мешок, а большие с помощью системы возвращения 9 обратно в устройство подачи 2.

Схема минимальной комплектации (рисунок 3) рекомендуется при невысоких требованиях к получаемому грануляту или в случае ограниченности финансовых возможностей. Фактически линия дисковой агломерации состоит из трех узлов – двух дробилок и пласткомпактора.

Предварительно крупногабаритные отходы различной формы сначала проходят измельчение в дробилки предварительного дробления 1, с дробилки частицы измельченного материала подаются в систему транспортировки с питателем и устройством подачи 2. Потом материал подается в накопительный бункер пласткомпактора 3. С пласткомпактора частицы отсасываются системой пневмотранспортировки 4

и попадают в дробилку конечного дробления 5, дорезаются до необходимой величины. Затем гранулы попадают в мешок.

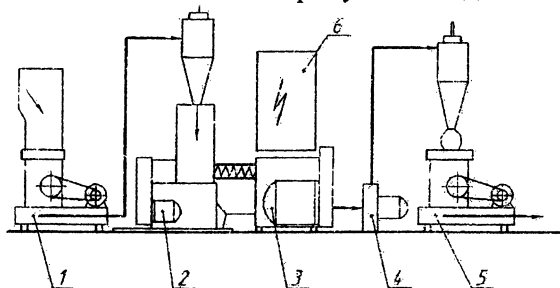


Рисунок 3 – Схема минимальной комплектации линии дисковой агломерации:

1 – дробилка предварительного дробления; 2 – система транспортировки с питателем и устройством подачи; 3 – пласткомпактор; 4 – система транспортировки; 5 – дробилка конечного дробления; 6 – шкаф электроавтоматики

*В результате проведенной работы составлены технологические схемы линии дисковой агломерации исходя из требований к качеству и размеру гранулята, проведен расчет геометрии рабочего органа дискового агломератора и определены затраты мощности на перевод полимерного материала в высокоэластичное состояние. Результаты данной работы могут быть использованы для разработки линии дисковой агломерации и отработки технологии регрануляции смеси полимерных отходов заданного состава.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Herbold Meckesheim GmbH; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.herbold.com/Brochures\\_ru.html](http://www.herbold.com/Brochures_ru.html). – Дата доступа 25.11.2010.

2. Компания «Полимех»; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.polimech.com/sl-pc-300.html>. – Дата доступа 2.12.2010.

Шматов А.А., Девойно О.Г.

## ТЕРМОГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В НАНООКСИДНЫХ СОСТАВАХ

БНТУ, г. Минск

*The structure and properties of tool materials, subjected of the thermo-hydrochemical treatment, are examined in the paper. The process involves (1) the chemical treatment in an special aqueous suspension of nano-sized oxides and (2) subsequent heat treatment. Treatment with optimal regime permits decreasing the friction coefficient of the hard alloy and steel surface in 3,8 – 8,3 as compared with untreated. Developed technology permit increasing the wear resistance of cutting and stamp tools by the factor of 1.3 – 4.0 in comparison with traditional its.*

Цель настоящей работы состояла в разработке и исследовании нового низкотемпературного процесса упрочнения стального, твердосплавного и алмазного инструментов для повышения их стойкости.

Разработанный процесс термогидрохимической обработки (ТГХО) осуществляли путем проведения двух операций: (а) химической обработки поверхности инструментальных материалов в вододисперсных составах на базе оксидов при температуре 90-100 °С в течение 40-60 минут; (б) последующей изотермической выдержки при температуре выше 130-170 °С в течение 1 часа.

**Результаты исследований.** В работе исследованы закономерности формирования структуры поверхности и свойства инструментальных материалов, подвергнутых ТГХО в дисперсных составах на базе оксидов.

Установлено, что процесс ТГХО инструментальных материалов носит двойственный характер упрочнения: (1) на по-

верхности формируются твердосмазочные покрытия с дискретной наноструктурой, (2) в приповерхностной зоне создаются поля высоких остаточных макронапряжений сжатия (180-470 МПа), сравнимых с уровнем напряжений создаваемых методами пластической деформации (ППД, МГПД, др.).

Проведена оптимизация режимов и составов ТГХО, в результате которой коэффициент трения упрочненной поверхности стали снижается до 8,3 раз, а твердого сплава – до 3,8 раза, по сравнению с исходным состоянием.

Сравнительный анализ триботехнических свойств упрочненной стали и твердого сплава показал, что в условиях сухого трения скольжения и воздушной атмосферы (а) твердосмазочные покрытия, полученные при ТГХО в вододисперсных средах на основе оксидов имеют лучшие антифрикционные свойства, чем в средах на основе карбидов, нитридов и углеродных (в т.ч. алмазных) материалов, (б) оксидосодержащие покрытия, гидрохимически (ГХ) осажденные на стали, превосходят по коэффициенту трения ( $f=0,07-0,18$ ), известные CVD и PVD покрытия ( $f=0,1-0,6$ ), (в) увеличение числа дисперсных антифрикционных компонентов в водной среде ведет к снижению коэффициента трения ГХ покрытий.

Исследования кинетики оптимизированного процесса ТГХО показали, что скорость роста оксидосодержащих слоев на стали, полученных при химической обработке составляет 200-250 нм/час, а на твердом сплаве 5-7 мкм/час. При этом оптимальный размер зерен составляет 30 нм. При последующем нагреве ГХ покрытий размер их зерен с температурой увеличивается, но до 500 °С преобладает наноразмерная структура слоев (рис.1. При нагреве выше 500 °С формируется волокнистая нанокompозитная структура, которая содержит отдельные поликристаллы (размером более 100 нм). Полученные нанокompозитные покрытия обладают высокой термической стабильностью, сохраняя низкий коэффициент трения ( $f=0,09$ ) до 1000-1050 °С.



Изучено влияние параметров процесса ТГХО на стойкость стального, твердосплавного и алмазного инструментов. Отмечено, что стойкость этих инструментов больше зависит от химической обработки и меньше от термообработки. При ТГХО наилучшие эксплуатационные свойства инструментов достигаются при максимальной температуре ванны и оптимальных параметрах ее кислотности и времени обработки; влияние времени и температуры термообработки носит параболическую зависимость.

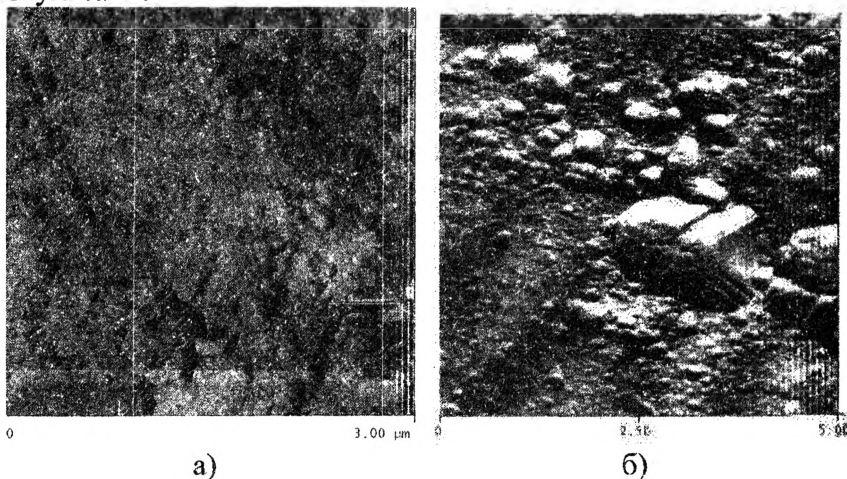


Рисунок 1 – Структура поверхности стали У8 после гидрохимической обработки в течение 1 ч. (а) и последующего нагрева до 1000°С (б)

**Применение результатов исследований.** Результаты производственных испытаний свидетельствуют о том, что ТГХО с использованием оптимальных наноксидных составов позволяет увеличить стойкость различных видов стального, твердосплавного и алмазного инструментов в 1,3-4,5 раза, по сравнению со стандартным (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты испытаний инструментов, подвергнутых ТГХО

Вид инструмента	Инструментал. материал	Место испытаний инструмента	Стойкость инструмента $K_{\text{И}}$
метчики	б.р. стали*	«VUNZ» (Чехия), «Daewoo» (Корея), «САЛЮТ», «УМПО», «ПМЗ» (РФ), «БелАЗ», «МТЗ»	2-4,1
ленточные пилы	б.р. стали	«VUNZ»(Чехия)	2,5-3
сверла	б.р. стали	«PS»(Словакия), «VUNZ» (Чехия), «Мотовело», «БелАЗ»	1,8-2,9
зенкера	б.р. стали	«САЛЮТ», «Искра», ВТЗ (РФ)	1,8-3
развертки	б.р. стали	«Мотовело», «БАТЭ», «АГУ»	1,5-2,7
протяжка	б.р. стали	«Мотовело»	2-2,5
резцы	б.р. стали	«Мотовело», «БелАЗ»	1,3-1,9
долбяки	б.р. стали	«Мотовело»	1,6 – 2,1
фрезы	б.р. стали	«Мотовело», «БелАЗ», «МТЗ»	2-4,5
ножи для обработки стекловолокна	б.р. стали	«Skloplast»(Словакия)	1,9-2,5
штампы для холодного деформирования	штамп. стали**	«ZVL-LSA» (Словакия), «БелАЗ»	1,8-2,5
сверла для обработки стекла	алмазсодерж.***	«Индман»	3-4
шлифовальные чашки	алмазсодерж.	«БелАЗ», «МТЗ»	1,3-2,1
режущие пластины для токарной обработки	твердые сплавы	«САЛЮТ» (РФ), «БелАЗ», «Мотовело», «БМЗ», «АГУ»	1,5-3,9
режущие пластины для фрезерования	твердые сплавы	«Мотовело»	1,5-2,5
волокна для металлокорда	твердые сплавы	«БМЗ»	1,5-2

**Выводы.** Процесс термогидрохимической обработки имеет двойственный характер упрочнения: на поверхности инструментального материала осаждается наноструктурированное

твердосмазочное покрытие на базе оксидов, а в подслое создается зона высоких напряжений сжатия, сравнимых с уровнем напряжений, создаваемых методами ППД.

В результате оптимизации процесса термогидрохимической обработки коэффициент трения стальной поверхности снизился в 8,3 раза, а твердого сплава – в 3,8 раза, по сравнению с исходным состоянием. Отмечена высокая термическая стабильность нанокompозитных структур полученных покрытий, которые после нагрева до 1050 °С сохраняют низкий коэффициент трения ( $f = 0,09$ ) при отсутствии смазки.

Разработанный способ термогидрохимической обработки материалов повышает стойкость режущих и штамповых инструментов в 1,3-4,5 раза, по сравнению со стандартными.

## ЛЕКЦИЯ КАК ФОРМА КОММУНИКАТИВНОГО ОБЩЕНИЯ

*БНТУ, г. Минск*

Общение нельзя отнести к сложному и тем более слабо изученному процессу коммуникации. Все мы без особых затруднений общаемся между собой, влияем друг на друга, с детства владеем речевой деятельностью, как главным средством общения. И, тем не менее, многоплановый характер общения, включающий многообразие функций и сторон, вербальную и невербальную коммуникацию, является серьезным предметом научных исследований учеными разных направлений. Основываясь на анализе литературных источников и многолетнего собственного опыта, мы попытаемся раскрыть структуру функции делового общения, показать пути повышения его эффективности.

Для педагогического работника искусство общения является важнейшей профессиональной чертой, так как главным средством реализации обучения и воспитания выступает коммуникация. И, следовательно, от уровня развития у преподавателя коммуникативных способностей во многом зависит эффективность его работы. В условиях перестройки системы образования, когда демократизация пронизывает все стороны жизни граждан Беларуси требования к деловому общению преподавателя возрастают. Пришло время отказаться от авторитарного общения, сложившегося за многие годы в учреждениях управления и педагогического воздействия на студента. Авторитарное общение, как известно, легче, чем демократическое, так как основано на слепом подчинении и не требует кропотливой работы. Авторитарное общение обоими корнями уходит в административно-командную систему, и это стало

серьезным тормозом в экономическом и политическом развитии не только системы образования, но и страны в целом. Демократическое общение труднее и сложнее, так как предполагает реализацию установок через принятие реципиентами целей коммуникаций. В любом общении проявляются в неразрывном единстве три его стороны: коммуникативная (передача информации), интерактивная (взаимодействие, взаимопобуждение), перцептивная (взаимовосприятие).

«Педагог в своей деятельности должен реализовать все функции общения – выступать и как источник информации, и как человек, познающий другого человека или группу людей, и как организатор коллективной деятельности и взаимоотношений» [1]. Обмен информацией достигается благодаря речевой деятельности, а точнее – языку как средству общения. Речевая (вербальная) коммуникация имеет ряд психологических особенностей, учет которых облегчает достижение цели общения, «усвоение передаваемой информации, воспитывает речевую грамотность у будущих специалистов, дисциплинирует их мышление» [2].

Речь следует рассматривать не только как процесс общения, но и как форму мышления. Поэтому такие особенности или свойства речи как логичность, ясность и последовательность выражения мысли играют важную роль в понимании обмениваемой информацией. При этом следует иметь в виду, что любая информация преломляется через опыт передающего (коммуникатора) и воспринимающего (реципиента). Следовательно, могут возникать разногласия в понимании ее сути, а при искаженных информациях развиваются конфликты.

Обмен информацией происходит в разных формах и условиях. В деятельности преподавателя важное место занимают не только уроки, но и публичные выступления. Причем, публичные выступления в форме лекций в белорусской системе высшего образования продолжают оставаться центральным

звеном обучения и требуют от преподавателя более тщательной подготовки.

Лекция (лат. lectio – чтение) определяется как «цельно-оформленное речевое произведение публичной адресованности на научные темы, обладающее устойчивыми, повторяющимися и воспроизводимыми признаками, общезначимыми для носителя языка» [3]. К этим признакам относятся:

- вид общения – объяснительный монолог, включающий анализ фактов, выделение их существенных признаков, сопоставление с другими фактами с целью установления обобщающих выводов;
- цель лекции – передать знания так, чтобы они были усвоены;
- четкое трехчастное членение: на зачин, среднюю часть и концовку;
- порционная подача материала, дающая возможность ее письменного фиксирования слушателями;
- зрительная наглядность объяснения с помощью чертежей, графиков, таблиц и т.д.;
- подготовленный характер, т.е. лектор имеет четкий план лекции или весь ее текст, что не исключает элементов импровизации в лекции, связанных с наличием адресата в аудитории;
- большое количество контактоустанавливающих средств, направленных на диалогизацию монолога и выражающихся не просто в использовании формальных приемов внешней диалогизации, а пронизывающих всю содержательную часть лекции.

Остановимся на основных психологических механизмах эффективности педагогического воздействия при чтении лекций. Многие считают, что умение публично выступать – это дар природы. Конечно, при функциональных и, тем более, органических нарушениях речевой деятельности добиться ораторского мастерства трудно, а порой и невозможно.

Но при настойчивости в овладении техническими и психологическими приемами ораторского искусства любой человек может овладеть вниманием аудитории и достаточно успешно выступать. Для этого важно осознать, что публичную речь нельзя рассматривать только как способ передачи информации в процессе одностороннего воздействия оратора на слушателей.

Особенностью хорошего устного выступления является то, что оно способно включить в непосредственный процесс творческого соразмышления. В этом состоит принципиальное различие между непосредственной коммуникацией и опосредованной через средства массовой информации. Конечно, средства массовой информации оперативно освещают наиболее важные события внутренней и международной жизни. Миллионные аудитории телезрителей, к примеру, становятся непосредственными свидетелями событий, происходящих в нашей стране и во всем мире. Таким образом, оперативная и широкая информация первого плана связана с развитием средств массовой информации и лекционная пропаганда ничего не дает слушателям, если будет удерживаться на этом уровне. Устная пропаганда в современных условиях должна вестись не только с позиций информирования людей, но и как своего рода познавательный процесс, цель которого состоит в управлении формированием системы знаний – как основы человеческого опыта.

Задача выступающего – дать вторичную логически упорядоченную информацию, помочь слушателям разобраться в потоке первичной информации, что позволит ему самому правильно анализировать услышанное и вызовет интерес к самостоятельной познавательной активности. В методическом плане творческое соразмышление достигается проблемным методом чтения лекций. Если лектор формулирует мысль на глазах аудитории, то между говорящими и слушателями возникает сопереживание, мыслительное содействие. Если лектор ставит проблемные задачи, если большинство слушателей принимает даже

ограниченную активность в их решении, то в аудитории создается подлинный контакт.

Во-первых, лекция должна нести научную информацию, предлагать аудитории какие-то новые сведения о предмете рассуждения, то есть быть нормативной. Опираясь на единую научную основу решения содержания темы, лектор обязан в каждом выступлении находить новые повороты проблемы, помогающей конкретной аудитории получить дополнительную информацию в педагогическом воздействии следует учитывать тенденции развития общества, которые обязательно накладывают отпечаток на мышление людей. Если в публичном выступлении проявляются противоречия сложившимся установкам, то сознание людей отвергает эту информацию как не соответствующую их опыту. В результате резко снижается продуктивность восприятия лекции слушателями. Вот почему принцип объективности, основанный на глубоком понимании законов общественного развития, выступает в деловом общении как важное психологическое средство формирования убеждений.

Установлено, в-третьих, что информация, исходящая от лектора, должна удовлетворять так называемые «психологические нужды» слушателей. Именно нужды, а не мимолетные настроения данной аудитории. Если эти нужды не удовлетворяются, слушатели ищут другие источники и создают свою информацию в виде слухов. Из этого следует, что содержание лекции должно отражать уровень информированности аудитории и ее ценностные ориентации. Иначе говоря, любой лектор должен на деле реализовать принципы гласности, показать связь с жизнью, учесть реальные запросы слушателей, что и позволит снять «смысловой барьер» в восприятии лекции.

Указанные наиболее общие требования к содержанию лекции реализуются с учетом психологических особенностей речевой деятельности. На первое место по силе восприятия речи следует поставить ее эмоциональность. Эмоциональность речи



достигается комплексом условий. Живым, ярким может быть только собственное слово. Слово, которое рождено творческой силой разума лектора, глубокими знаниями излагаемой проблемы, твердыми убеждениями. Именно глубокие знания, эрудиция и убежденность лектора являются определяющими условиями эмоциональности речевой деятельности. При этом существенную роль играет хорошая дикция, то есть чистое и ясное звучание каждого звука, четкое произношение слов.

На эмоциональную выразительность оказывают заметное влияние так называемые невербальные компоненты коммуникации, то есть мимика, жесты, интонация, поза, смех, слезы, контакт глазами и т.д. «Они выполняют функции выделения главного, передают эмоции и чувства говорящего. Большинство невербальных компонентов речи являются индивидуальными и произвольными, и только опытный лектор может пользоваться ими целенаправленно» [4].

На второе место по значимости речевого воздействия следует поставить грамотность и логическую стройность речи. Хорошая общая подготовка слушателей требует от лектора правильно, литературно выражать мысли. Если же в лекции допускаются неправильные ударения, отсутствует стилистическое богатство, то это резко снижает авторитет лектора. Культура речи означает умелое, свободное использование всех средств и выразительных возможностей литературного языка.

Из сказанного видно, что эффективность лекции или выступления прямо пропорциональна степени включенности выступающего и слушателей в информационное общение. И это зависит как от содержательности и информативности лекции, так и методов ее изложения. При этом существенную роль играет отношение аудитории к лектору, его привлекательности, авторитетности. В методическом плане следует иметь в виду стойкость первого впечатления о лекторе. Его оценка аудиторией и формирование образа в коллективном сознании начинается

с восприятия внешности и заканчивается проникновением во внутренний мир выступающего. Слушатель, составив о лекторе чувственное представление, дает психологическую интерпретацию его личности. Все это вместе и определяет отношение слушателей к лектору и к его выступлению.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин, М.И. О коммунистическом воспитании / М.И. Калинин. – М., 1958. – С.26.
2. Исаев, И.Ф. Сущность и основные тенденции формирования профессионально-педагогической культуры / И.Ф. Исаев // Профессионально-педагогическая культура: история, теория, технология: материалы всерос. науч.-практ. конф. – Белгород, 1996. – С. 8-13.
3. Основы теории коммуникации: учебник / под ред. проф. М.А. Василика. – М.: Гардарики, 2003. – 615 с.
4. Кугукина, Л.П. Педагогические основы самовоспитания будущих педагогов в процессе профессиональной подготовки: дис. канд. пед. наук / Л.П. Кугукина. – Р-н-Д, 1996. – 228 с.

УДК152.32

Данильчик О.В.

## **УЧЕБНАЯ МОТИВАЦИЯ И СОЦИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ**

*БНТУ, г. Минск*

Проблеме исследования мотивации студентов посвящено множество работ, при этом данная задача остается актуальной и сегодня. Ориентировочным компонентом в структуре учебной деятельности студентов вуза является учебная мотивация, представляющая собой иерархию целей и мотивов, побуждающих

студента к учебно-профессиональной деятельности. Содержание мотивации и ее структура формируют определенный мотивационный уровень обучаемого и степень проявления учебной активности.

Мотивация учебной деятельности неоднородна, она зависит от множества факторов: индивидуальных особенностей студентов, характера ближайшей референтной группы, уровня развития студенческого коллектива и т.д. С другой стороны, мотивация поведения человека, выступая как психическое явление, всегда есть отражение взглядов, ценностных ориентаций, установок того социального слоя (группы, общности), представителем которого является личность. Это находит свое отражение в социальной активности.

Социальная активность как личностное образование характеризуется системностью. Ее можно рассматривать как проявление интенсивности освоения совокупности предоставляемых обществом потенциальных возможностей для достойной жизнедеятельности и участия человека в развитии общества, личностно опосредованное системой мотивов, побуждений и условий, связанных с достижением социально значимых целей [1].

Профессиональное самоопределение неразрывно связано с социальной активностью и мотивацией учебной деятельности и из-за избирательности социальной активности непосредственно влияет на ведущие мотивы, что находит свое отражение в отношении студентов к учебной деятельности.

Комплексное исследование содержательных и структурных особенностей мотивации студентов позволяет выделить три категории студентов [2].

К первой относятся студенты, которые учатся в силу каких-либо вынуждающих внешних обстоятельств (низкая социальная активность). Они характеризуются выраженным преобладанием внешних мотивов. Познавательный интерес развит слабо, как правило, он сосредоточен в сфере профессиональной

ориентированных предметов. Все остальное воспринимается как лишнее, ненужное. Слабая мотивация на успех приводит к тому, что их привлекает простой учебный материал, отражающий базовый объем информации. Трудные задачи не представляют интереса, учебные усилия направлены лишь на то, что, по их мнению, может пригодиться в будущей профессиональной деятельности. Часть этой группы студентов выражает сомнение в том, что после окончания вуза будет работать по выбранной специальности.

Причины такого отношения к учебе следует искать как в особенностях мотивационной сферы, так и в других индивидуально-психологических свойствах личности. Учебная деятельность не является значимой в связи с ее основным содержанием — получением знаний, умений и навыков, она служит лишь средством достижения каких-либо других целей, а, следовательно, мотивация учения не сформирована. Их зачастую удовлетворяет самый низкий результат, достижение которого позволяет остаться в числе студентов. Но даже такой низкий результат может быть достигнут при условии тщательного систематического контроля со стороны педагогов и администрации.

Ко второй категории отнесены студенты, которые понимают необходимость высшего образования в дальнейшей жизни, оценивают целесообразность его получения применительно к формированию своего профессионального и жизненного опыта (средняя социальная активность). Структура учебной мотивации и степень осознания собственных мотивационных особенностей дают им основание выделить наиболее значимые и интересные учебные предметы. При изучении некоторых учебных предметов, либо вызывающих у студентов интерес, либо не требующих особых усилий при их усвоении, проявляется высокая учебная активность, имеющая избирательный характер. Как правило, она не распространяется на более серьезные предметы, усвоение которых предполагает напряженный систематический труд

обучаемого. Следует отметить позитивные характеристики учебной деятельности студентов данной группы: они способны сосредоточиться на выполнении напряженной работы; проявляют устойчивый интерес к предмету; умеют планировать деятельность; активно участвуют в коллективных формах деятельности; умеют переносить усвоенные знания из одной области в другую. В целом студенты этого уровня мотивированы на получение качественного образования и овладение профессией. Они находятся на среднем (исполнительском) мотивационном уровне. Педагогическая поддержка позволит студентам этой категории оптимизировать мотивационную сферу, вследствие этого их уровень учебной активности может быть повышен. В целом их отношение к учебе позитивно, но студентом данной мотивационной категории необходим систематический контроль за ходом учебной деятельности, который следует осуществлять не только в сессионный период, а на протяжении всего семестра, так как возможен переход студентов на более низкий мотивационный уровень.

К третьей категории отнесены студенты с высоким уровнем познавательного интереса и учебной активности, осознающих социальную направленность учебно-профессиональной деятельности, ее значимость в личностном плане (высокий уровень социальной активности). Для них характерно глубокое осознание необходимости личностного и профессионального роста, и этой цели служит получение высшего образования. Студенты творчески относятся к учебе, не ограничиваются рамками программы и заданиями преподавателей. Их учебная мотивация направлена на глубокое и прочное освоение как общеобразовательных, так и специальных предметов. Индивидуально-психологические свойства высокомотивированных студентов способны усилить их мотивацию в процессе осуществления деятельности. Их поведение адекватно отвечает требованиям учебного процесса: они проявляют заинтересованность, ответственно относятся

к выполнению учебных заданий, готовы к самостоятельному поиску информации, принимают участие в научно-исследовательской работе. Высокий уровень учебной активности служит тем пусковым механизмом, который актуализирует мотивацию учения, являясь при этом показателем социально-психологической зрелости будущего специалиста.

Таким образом, можно сделать вывод, что мотивация учебной деятельности, личностные качества студентов, индивидуальный опыт взаимодействия с социумом непосредственно влияют на социальную активность личности с одной стороны, а социально значимые цели влияют с другой. Социальная активность характеризуется направленностью на преобразование социальной действительности, при этом отмечается реальный выход – предполагается, что инициатива проявляется в различных, конкретных видах деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянова, Т.Г. Социальная активность в профессиональном самоопределении студентов ССУЗа: дис....канд. психол. наук: 19.00.07 / Т.Г. Емельянова. – Ижевск: РГБ, 2006. – 160 с.

2. Суханова, Л.А. Мотивационный аспект учебной деятельности студентов негосударственного вуза / Л.А. Суханова // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – 2006-2011. – № 07. – 2010.

УДК 159.9:378

Иванова Е.М.

## ГУМАНИЗАЦИЯ И ГУМАНИТАРИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

*БНТУ, г. Минск*

В социальной структуре мирового сообщества XXI в. в одну из базовых социальных групп войдут работники сферы

воспроизводства – рабочие, техники, программисты, ученые, конструкторы, инженеры, учителя, служащие, основную его часть составляют дипломированные специалисты. Политические отношения, адекватные постиндустриальной цивилизации, и перемены в государственно-правовой сфере создают предпосылки для участия социальных групп в общественной жизни вплоть до вхождения в управление государственными структурами.

В переходный период повышается роль личности, активизируются процессы гуманизации общества как гаранта его выживания в условиях кризиса индустриальной цивилизации. Все это не может не сказаться на формировании приоритетных направлений и ценностных ориентации высшего профессионального образования.

Ценностные доминанты образования, актуализированные в профессиональной и социальной деятельности специалистов, определяются реалиями переходного периода от кризиса индустриальной к становлению постиндустриальной цивилизации:

- Развитие высоких технологий, их быстрая смена предполагают приоритетное развитие творческих и проективных способностей обучаемых.
- Снижение интеллектуального потенциала науки требует повышения качества подготовки специалистов, ее фундаментализации.
- Всеобщий экологический кризис ставит перед образованием, и особенно инженерным, задачу изменения всеобщего экологического сознания, воспитания профессиональной нравственности и ориентации специалистов на разработку и применение экологически чистых технологий и производств.
- Информационная революция и трансформация общества в информационное общество диктует необходимость формирования информационной культуры обучаемых, информационной защиты от вредных воздействий СМИ и одновременно требует усиления информационной ориентации

содержания образования и широкого внедрения информационных технологий в учебный процесс.

- Отставание темпов развития общественного сознания от быстроты развития глобальных проблем человечества требует выравнивания их динамики, в частности через систему образования, формирования у обучаемых планетарного мышления, введения новых дисциплин, таких как системное моделирование, синергетика, прогностика, глобалистика и др.

Все вышеизложенное подтверждает важность гуманизации и гуманитаризации высшей школы. Под гуманитаризацией образования понимается процесс создания условий для самореализации, самоопределения личности студента в пространстве современной культуры, создания в вузе гуманитарной сферы, способствующей раскрытию творческого потенциала личности, формированию ноосферного мышления, ценностных ориентации и нравственных качеств с последующей их актуализацией в профессиональной и общественной деятельности.

Гуманитаризация образования, особенно технического, предполагает расширение перечня гуманитарных дисциплин, углубления интеграции их содержания для получения системного знания.

Оба эти процесса являются тождественными, дополняют друг друга и должны рассматриваться во взаимосвязи, интегрируясь с процессами фундаментализации образования.

В технических вузах, решая проблему гуманитаризации, необходимо добиваться проникновения гуманитарного знания в естественнонаучные и технические дисциплины, обогащения гуманитарного знания естественнонаучной и фундаментальной компонентами. К основным положениям концепции гуманизации и гуманитаризации могут быть отнесены:

- комплексный подход к проблемам гуманизации образования, который предполагает поворот к целостному человеку и к целостному человеческому бытию;



- гуманные технологии обучения и воспитания обучающихся;
- обучение на границе гуманитарных и технических сфер (на границе живого и неживого, материального и духовного, биологии и техниеи, техники и экологии, технологии и живых организмов, технологии и общества, и т.д.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ветохин, С.С. Высшее образование в Беларуси / С.С. Ветохин. – Минск, 2011. – 203 с.
2. Состояние и проблемы развития высшего образования в рамках Союзного государства. – Минск, 2009. – 151 с.

УДК 159.9

Каминская Т.С.

## К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМЕ ИННОВАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

*БНТУ, г. Минск*

*This article is devoted to improve the quality of higher educational standards by the introduction of technology of innovative education. Different approaches are analyzed to understand the nature, the main purpose and the content of innovative education.*

Проблема улучшения качества высшего образования актуальна по той причине, что именно с уровнем подготовки выпускников высших учебных заведений (вузов) непосредственно связано социальное, экономическое и техническое развитие государств. В последние годы многие авторы обращаются к проблеме необходимости инновационного образования. Инновация высшего образования – это новая технология образования, которая бы смогла обеспечить подготовку специалистов способных к самостоятельной исследовательской и инновационной деятельности. В настоящее время различают два типа

образования: «поддерживающее» и «инновационное». «Поддерживающее» образование – процесс и результат такой учебной деятельности, которая направлена на поддержание, воспроизводство существующей культуры, социальной системы, социального опыта, его сохранение и наследование. Традиционным является занятие с группой студентов, в ходе которого преподаватель сообщает, передает знания, формирует умения и навыки, их воспроизведение, оценивает результаты этого воспроизведения. Традиционное обучение носит преимущественно репродуктивный характер и может в лучшем случае обеспечить преемственность социокультурного опыта, а не развитие и трансформацию. Инновационное образование – процесс и результат такой учебной и образовательной деятельности, который, помимо поддержания существующих традиций, стимулирует стремление у будущих специалистов внести изменения в существующую культуру, социальную сферу, экономику и т.д. с целью создания нового, конкурентоспособного продукта, доведения его до потребителя и, как результат – улучшение качества жизни. Такой тип образования формирует также ориентацию студентов на проблемные ситуации, возникающие как перед отдельным человеком, так и перед обществом. Ставится задача не просто усваивать предлагаемый преподавателем (программой, учебником) материал, но и познавать мир, вступая с ним в активный диалог, самому искать ответы и не останавливаться на найденном как на окончательной истине.

В практике учебных заведений Беларуси по-прежнему преобладает «поддерживающий» тип обучения. Имеющийся разрыв, несоответствие между социальным заказом на воспитание специалиста для инновационно развивающейся экономики и существующей системой образования (потребности общества превышают возможности действующего образования) – основная причина неумения личности прогнозировать ситуацию, ориентироваться в условиях, допускающих принципиальную

неопределенность. Общество часто бывает не готово прогнозировать и своевременно отзываться на возникающие проблемы – экономические, энергетические, экологические, социальные и т.д. Таким образом, инновационность как характеристика обучения относится не только к методологии его построения, но и к отдельным социально-экономическим значимым результатам. Именно поэтому формирование модели инновационного образования и ее внедрение – обязательное условие для решения задачи перехода белорусского общества на инновационный путь развития.

Э.М. Коротков (Россия) отмечает, что образование определяет уровень и рост креативного потенциала общества, без которого инновационное развитие невозможно, причем необходимо, чтобы само образование было инновационным. При этом автор выделяет важные черты инновационного образования. Прежде всего, это должно быть образование креативного типа. Главной его направленностью должно стать формирование инновационного мышления, развитие творческих способностей и интеллектуального потенциала студенчества, поиск новых подходов в решении современных проблем. Это должно быть образование фундаментальное и перспективное, построенное на видении будущего и понимании закономерного развития экономики и общества. Важным признаком инновационного образования является его непрерывность и возрастающая компетентность, профессионализм и социальная ответственность выпускников.

Рассуждая об инновационной составляющей современного образования, Э.М. Коротков определяет перечень знаний и умений, которыми должен обладать специалист, чтобы быть востребованным крупными и успешными предприятиями. При этом следует иметь в виду, что все передовые предприятия международного уровня ведут активную инновационную деятельность: 1) выпускник вуза должен быть специалистом в своей области; 2) должен владеть необходимым набором знаний из области

экономики и юриспруденции; 3) владеть иностранным языком; 4) должен знать принципы проведения научно-исследовательских и опытно конструкторских работ (НИОКР); 5) обладать знаниями основных принципов коммерциализации результатов НИОКР; 6) умение принимать нестандартные решения или решать нестандартные задачи. Личностные качества выпускника, такие как инициативность, ответственность и др. не вошли в этот список, так как являются свойствами характера и темперамента, хотя в рамках воспитательной работы, которая проводится в каждом вузе, могут быть развиты определенные организаторские способности и лидерские качества.

Слободчиков В. И. рассматривает образование как самый масштабный социальный институт, через который осуществляется трансляция и воплощение базовых ценностей и целей развития общества. Автор отмечает, что в условиях радикального изменения идеологических воззрений, социальных представлений, идеалов именно образование позволяет осуществить адаптацию к новым жизненным формам, поддержать процесс воспроизводства социального опыта, закрепить в общественном сознании и практике новые политические реалии и новые ориентиры развития. К сожалению, термин «образование» продолжает означать лишь степень и качество обученности и воспитанности человека. Однако параллельно с этим, всё более полно и отчётливо понятие образования – начинает пониматься и осваиваться как особая философско-антропологическая категория, фиксирующая фундаментальные основы бытия человека. Отвечая на вопрос, что же такое сегодня «инновационное образование», Слободчиков В. И. определяет его как образование, которое способно к саморазвитию и которое создаёт условия для полноценного развития всех своих участников; отсюда главный тезис; инновационное образование – это развивающее и развивающееся образование.

В работах российского автора Ващенко В.П. целью инновационного образования выступает формирование и развитие инновационной способности (находить решения и действовать в конкурентной среде, в условиях быстрых перемен) и инновационной культуры нации. Согласно позиции автора, такая цель обусловлена необходимостью придания системе образования такого характера, который бы обеспечивал, наряду с высоким профессиональным уровнем: – развитие способности к критическому осмыслению и осуществлению перемен в экономике, технике, технологии; – умение находить новые решения задач, обусловленных новыми жизненными условиями; – высокую конкурентоспособность на рынке труда [1]. Ващенко В.П. выделяет три взаимосвязанных проблемных аспекта инновационного образования. Первый касается количественного и качественного аспекта образования. Высшая школа должна исходить из того, что реальное развитие происходит главным образом за счет смены качества. Этот аспект обуславливает изобретательскую активность студентов. Изобретение – это не что иное, как новое качество, а оперировать качествами в большинстве вузов не учат. Второй проблемный аспект связан с необходимостью формирования и внедрения в образовательную практику методологии постановки и решения инновационных задач. И третий аспект инновационного образования – инновационное мышление. Как отмечает А.Д. Савельев, «инновационное мышление у студента вуза может возникнуть, если студент является субъектом образования, активно мотивирован в обучении» [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ващенко, В.П. Инновационность и инновационное образование / В.П. Ващенко // *Alma mater: Вестник высшей школы.* – 2000. – № 6.

2. Кларин, М.В. Инновация в мировой педагогике: обучение на основе исследования, игры и дискуссии (анализ зарубежного опыта) / М.В. Кларин. – Рига, 1995.

3. Савельев, А.Д. Инновационное образование и научные школы / А.Д. Савельев // *Alma mater: Вестник высшей школы.* – 2000. – № 5.

4. Синельников, Б. Инновационные подходы к организации научно-образовательной деятельности в техническом вузе / Б. Синельников // *Высшее образование в России.* – 2007. – № 12. – С. 13-19.

УДК 316.334.34:377[476]

Клименко В.А.

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*БНТУ, г. Минск*

В современных условиях кардинально меняются представления о социальной и экономической роли знаний и образования в современном мире. Знания, информация, инновации становятся главным фактором в становлении «экономики знаний», инновационном развитии общества.

Вследствие этого в последние десятилетия изменения в характере обучения происходят в контексте глобальных образовательных тенденций, которые получили название «мегатенденций». К их числу относятся: новое качество образования – массовый характер и непрерывность; значимость как для конкретного человека, так и для общества в целом; ориентация личности на активное освоение способов познавательной деятельности; создание условий для самораскрытия личности; адаптация образовательного процесса к запросам и потребностям общества. Общим для всех тенденций является акцент на формирование

социально активной и профессионально востребованной личности.

Анализ данных социологического исследования, проведенного кафедрой психологии БНТУ в 2008 году (анкетный опрос 912 студентов на всех пяти курсах на 12 факультетах университета) позволил выявить некоторые особенности развития высшего образования, а именно, высшее образование наряду с другими традиционными ценностями: здоровье, семья, дети, материально обеспеченная жизнь, имеет высокую значимость в белорусском обществе. Высшее образование формирует базовые ценности: творчески-профессиональные; личностные, связанные с самореализацией и достижением индивидуального благополучия. Высшее образование имеет также высокую инструментальную ценность в профессионально-трудовой и социальной деятельности индивида.

Инновационное развитие общества вызывает необходимость формирования новых черт личности современного специалиста, таких, как: потребность в переменах, наличие креативного мышления; способность находить идеи и использовать возможность их оптимальной реализации; способность ориентироваться в состоянии неопределенности и определять допустимую степень риска; готовность к преодолению постепенно возникающих препятствий; развитая способность к рефлексии, самоанализу и др. Изменяются требования и к другим социально-профессиональным характеристикам специалиста. Важнейшей особенностью новых требований к личности специалиста является то, что ей необходимо постоянно готовить себя для успешной самореализации и самоутверждения в различных областях и разнообразных социальных общностях, отличающихся по содержанию культур. Более того, высокий динамизм и масштабность перемен мирового развития обуславливают формирование у личности особой социальной характеристики, соответствующей современным

требованиям – универсальности. Универсальность современного специалиста понимается как наличие совокупности ключевых компетенций: специальных (профессиональных), общественно-социальных, познавательных, информационно-коммуникативных, культурно-духовных. Данные компетенции обеспечивают ему необходимую пространственную и временную мобильность в соответствии с требованиями постоянно ускоряющихся научно-технических и социальных преобразований в современном мире. Исходя из таких требований к профессиональным и личностным качествам современного специалиста перед системой высшего образования в настоящее время ставится совсем иная цель, а именно содержание и процесс подготовки специалистов должны носить опережающий (инновационный) характер по сравнению со сложившейся теорией и уровнем развития производства.

Проблемные аспекты развития инновационного образования нашли отражения в работах российских исследователей З.А. Абасова, В.П. Делия, В.П. Ващенко, М.П. Карпенко, А.С. Кезина, М.В. Кларина, Э.М. Короткова, В.М. Курейчика, О.А. Крейдера, Б. Синельникова, В.И. Слободчикова, Н.Л. Торгунской, Е.Н. Черемисиной и др. Среди белорусских ученых проблемам инновационного образования посвящены работы В.С. Дудченко, М.И. Демчука, Л.Г. Титаренко и др.

Как показал анализ научных источников, инновационное образование в отличие от традиционного, понимаемое как усвоение обучающимся определенной суммы знаний на основе изучения некоторого фиксированного перечня предметов, представляет собой процесс и результат такой учебной и образовательной деятельности, который направлен не только на обеспечение преемственности социокультурного опыта, но и на трансформацию и развитие существующей культуры, социальной сферы, экономики и других сфер общества. Инновационное образование предполагает обучение в процессе создания новых знаний – за



счет фундаментальной науки, непосредственно учебного процесса и производства. При этом оно формирует качества специалиста для практических действий в непредсказуемых и совершенно новых производственных и социальных ситуациях.

Вашенко В.П. выделяет три взаимосвязанных проблемных аспекта инновационного образования. Первый касается количественного и качественного аспекта образования. Высшая школа должна исходить из того, что реальное развитие происходит главным образом за счет смены качества. Этот аспект обуславливает изобретательскую активность студентов. Изобретение – это не что иное, как новое качество, а оперировать качествами в большинстве вузов не учат. Второй проблемный аспект связан с необходимостью формирования и внедрения в образовательную практику методологии постановки и решения инновационных задач. И третий аспект инновационного образования – инновационное мышление [1].

Представляет интерес позиция Е.Н. Черемисиной и О.А. Крейдера [2], утверждающих, что инновационное образование – это создание оптимальной и устойчивой учебно-организационной, научно-методической и нормативно-административной среды, обеспечивающей поддержку инновационных подходов к образовательному процессу, которые ориентированы на интеграцию научно-образовательного потенциала вуза и отраслевой академической науки и установления партнерских отношений с работодателями. Такое образование ориентировано не на передачу знаний, а на овладение базовыми навыками, позволяющими получать знания самостоятельно. Поэтому инновационное образование гораздо больше, чем традиционное, связано с практикой. Фактически обучающимся предлагается интегрированный учебный процесс, в который входят фундаментальные науки и непосредственно производство.

Исходя из такого подхода, инновационное образование обуславливает тесное взаимодействие высших учебных заведений

с научной сферой и производством. Под инновационным образованием следует понимать процесс взаимодействия науки, образования и производства, которое на этой основе выступает средством приобретения профессиональных знаний, умений и навыков, развития инновационных мышления, способностей и культуры, позволяющих будущему специалисту разрабатывать инновационные идеи, внедрять их в практическую деятельность, принимать инновационные решения [3].

Таким образом, инновационное образование возможно лишь в результате целого комплекса преобразований в содержании образования, управлении знаниями, технологиях образования, мотивировании и оценке его качества. В современных условиях создание инновационной модели высшего образования в стране требует значительных усилий по многим направлениям: совершенствование системы управления высшим образованием; изменение содержания и организации учебного процесса; внедрение в учебно-воспитательный процесс инновационных образовательных технологий; создание систем менеджмента качества образования; развитие инновационных форм интеграции образования, науки и производства; создание новых моделей высших учебных заведений; повышение эффективности научных исследований в высших учебных заведениях; развитие международного сотрудничества вузов; совершенствование кадрового потенциала высшей школы; укрепление учебно-материальной базы вузов и др.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ващенко, В.П. Инновационность и инновационное образование / В.П. Ващенко // *Alma mater: Вестник высшей школы.* – 2000. – № 6.
2. Черемисина, Е.Н. Инновационная практика подготовки IT-специалистов [Электронный ресурс] // <http://www.ecsocman.edu.ru>.

3. Инновационное высшее образование: теория и практика развития: монография / под общ. и науч. ред. Н.В. Суша. – Минск: Изд-во МИУ, 2009. – 168 с.

УДК 62:378

Лобач И.И.

**СОЗДАНИЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ  
МОДЕЛЕЙ СПЕЦИАЛИСТОВ С ВЫСШИМ  
ТЕХНИЧЕСКИМ ОБРАЗОВАНИЕМ**

*БНТУ, г. Минск*

Цели образования выполняют системообразующую функцию в педагогической деятельности. Именно от выбора целей в наибольшей степени зависит выбор содержания, методов и средств обучения и воспитания. Остановившись на тех или иных методах обучения, фактически отвечаем на вопрос, для чего учить. Формулирование педагогических целей отвечает на вопрос, чему учить; какие задачи (профессиональные, жизненные, предметные, этические, эстетические и др.) должен уметь решать студент с помощью полученных знаний, умений, навыков, убеждений, установок.

В реальной педагогической практике цели часто вообще не рефлексированы и не описываются. В других случаях указываются цели слишком общие и не определенные обеспечить фундаментальную подготовку в такой-то области, научить творчески применять знания на практике и т.п. Но чаще всего описание целей подменяется простым указанием на содержание обучения и воспитания, перечнем знаний, умений, убеждений, которые должен приобрести студент. Разумеется, овладение конкретным знанием или умением может выступить в качестве промежуточной педагогической цели, но только в том случае, если будут заданы способы оценки фактического достижения этой цели,

то есть способы определения того, действительно ли студент овладел этими знаниями и умениями.

Беспалько В.П. называет способ описания педагогических целей, отвечающих этому требованию, «Диагностичным заданием цели». Он также предложил качественную шкалу для оценки уровня знаний и умений в зависимости от того, какой вид деятельности они могут информационно обеспечить: 1) узнавание информации; 2) воспроизведение информации; 3) совершение продуктивности деятельности по усвоенному алгоритму (репродуктивная деятельность); 4) осуществление продуктивной деятельности на основе самостоятельно построенной программы (творческая деятельность).

Для более полного и дифференцированного описания целей, а также для обеспечения диагностичности они с самого начала должны формулироваться на языке тех задач, для решения которых необходимы подлежащие усвоению знания, умения, убеждения, эстетические чувства. Такой операциональный способ задания целей требует владения специальной методологией. Совокупность финальных целей перечень задач, которые должен уметь решать специалист по завершении обучения, получила название «модели специалиста». Самая общая из них выделяет цели обучения и цели воспитания. Иногда к целям воспитания и обучения добавляют цели развития, имея в виду хорошо известный в психологии факт несовпадения обучения и развития, обнаруживающийся при анализе результатов обучения.

На примере целей воспитания особенно отчетливо видна социально-историческая природа педагогических целей.

В последние годы «Новое педагогическое мышление» склоняется к пониманию воспитания скорее как создания условий для саморазвития, самовоспитания личности. В этом случае цели воспитания не могут иметь характер конкретного идеала, по образцу которого воспитатель стремится «сформировать» личность

испытуемого. В соответствии с новой парадигмой цели воспитания должны прежде всего заключаться в создании условий, необходимых для максимально полного освоения личностью материальной культуры и духовных ценностей, накопленных человечеством.

Вторая важнейшая цель воспитания помощь воспитуемому в раскрытии его внутренних потенций, в движении по пути самореализации (самоактуализации в терминах гуманистической психологии). Третья цель, без которой невозможно достижение двух первых, стимулирование познания человеком самого себя, выработки индивидуального стиля жизни и деятельности. В любом случае цели воспитания, принимаемые педагогом, не могут быть директивными, они могут только полнее раскрывать поле выбора перед воспитанником и последствия того или иного выбора. Право же выбора всегда остается за личностью.

Цели обучения и воспитания могут анализироваться не только со стороны педагога, но и со стороны обучаемого. Педагогический процесс всегда носит двусторонний и двусторонний характер и анализ учебных и воспитательных (самовоспитательных) целей, которые ставит перед собой «объект» педагогического воздействия, не менее (если не более) важен, чем анализ целей педагога. Речь идет о качестве целей (новизна, нестандартность, гибкость, устойчивость), их обоснованности и реалистичности, способности преодолевать препятствия на пути их достижения.

Еще большую роль играет самостоятельная постановка целей в процессе самовоспитания. Формирование у студента способности к целеполаганию и достижению поставленных целей является, в свою очередь, важной педагогической целью преподавателя.

Тесная связь целей с мотивами деятельности еще раз говорит об интегральной природе педагогических целей, о фактическом синтезе в них воспитательных и учебных составляющих при

доминировании первых. Совокупность педагогических целей, способ их взаимосвязи и соотношения в них учебных и воспитательных компонентов и составляет то, что можно назвать педагогической системой.

Другими основаниями для классификации целей выступают: мера их общности (глобальные, общие и частные цели); отношение к образовательным структурам, отвечающим за их постановку и достижение (государственные фиксируемые в государственных образовательных стандартах, общеуниверситетские, факультетские, кафедральные цели); подструктуры личности, на развитие которых они ориентируются (цели развития потребностно-мотивационной, эмоциональной, волевой, познавательной сфер личности); язык описания целей (предметно-понятийный или предметно-деятельностный).

Наиболее полно разработанной, операционализированной и проявившей свою плодотворность в системе высшего образования следует признать схему построения и реализации педагогических целей, раскрытую в цикле работ, выполненных под руководством Талызиной Н.Ф. Главным достоинством развиваемого ею подхода является преемственность целей разных уровней, обеспечивающая их синтез в целостную систему, и изначальная прямая связь целей с содержанием обучения. Это достигается за счет синтетического описания целей и содержания обучения на языке задач, которые должен уметь решать студент, прошедший курс обучения.

Теоретической основой этого подхода является психологическая теория деятельности и метод планомерного формирования умственных действий и понятий. Знания понимаются именно как момент движения деятельности, ее отправная точка и результат. Характеристики и свойства знания определяются характером и свойствами той деятельности, в ходе которой они сформировались и которую они могут ориентировать. Соответственно и сами когнитивные образования должны описываться через

деятельность, на языке предметной деятельности. А той структурной составляющей самой деятельности, которая образует замкнутый цикл функционирования знания, является задача (цель заданная в определенных условиях).

Решая задачу, человек обнаруживает достоинства и недостатки своих знаний, умений, навыков, а решив новую задачу, он обогащает свои знания, приобретает новые умения и навыки.

Отсюда вытекает возможность использовать задачи одновременно как инструмент диагностики и инструмент формирования нового знания.

Таким образом, изначально обеспечивается сформулированное выше требование диагностичности задаваемых целей обучения. Следующий шаг исследователя должен состоять в анализе задач, позволяющем выделить те их характеристики или компоненты, которые прежде всего определяют качество знания, требуемого для их решения, и качество знания, формирующегося при успешном решении новой задачи.

Отправной точкой для построения системы педагогических целей применительно к высшему техническому образованию служит модель специалиста. В основе ее содержания лежит, как правило, стандарт образования, в котором фиксируется система требований к работнику, занимающему данный рабочий пост в системе общественного производства. В ней, в частности, описывается основной характер деятельности работника, перечисляется, что он должен знать, уметь, какими личными качествами обладать.

Модель специалиста становится инструментом решения психолого-педагогических задач, когда на ее основе строится модель подготовки будущего специалиста. Построение модели специалиста – задача кафедр и факультетов университета.

## **ОБРАЗОВАНИЕ КАК СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ФЕНОМЕН**

*БНТУ, г. Минск*

Любое общество существует лишь при условии, что его члены следуют принятым в нем ценностям и нормам поведения, обусловленным конкретными природными и социально-историческими условиями.

Человек становится личностью в процессе социализации, благодаря которой он обретает способность выполнять социальные функции. Некоторые ученые понимают социализацию как пожизненный процесс, связывая ее и с переменной места жительства и коллектива, и семейным положением, и с приходом старости. Такая социализация есть не что иное, как социальная адаптация. Однако социализация этим не исчерпывается. Она предполагает и развитие, и самоопределение, и самореализацию личности. Причем такие задачи решаются как стихийно, так и целенаправленно, всем обществом, специально созданными для этого институтами и самим человеком. Этот целенаправленно организованный процесс управления социализацией и называется образованием, которое представляет собой сложнейший социально-исторический феномен с множеством сторон и аспектов, исследованием которых занимается ряд наук.

Под образованием понимается единый процесс физического и духовного становления личности, процесс социализации, сознательно ориентированный на некоторые идеальные образы, на исторически зафиксированные в общественном сознании социальные эталоны (например, добродетельный христианин, гармонично развитая личность).



В современных условиях на первый план выходят требования гармонично развитой личности, которые вытекают из логики социального и технического прогресса. Сегодня мировое сообщество неотвратимо идет к реализации гуманистических идеалов в образовании путем повышения социальной, педагогической и экономической эффективности его функционирования.

Социальная эффективность выражается в многообразных формах утверждения гуманизма, как в обществе, так и в самом содержании и технологиях образования как педагогического процесса. Итак, образование как социальное явление – это, прежде всего объективная общественная ценность.

Нравственный, интеллектуальный, научно-технический, духовно-культурный и экономический потенциал любого общества непосредственно зависит от уровня развития образовательной сферы. Однако образование, имея общественную природу и исторический характер, в свою очередь, обусловлено историческим типом общества, которое реализует эту социальную функцию. Оно отражает задачи социального развития, уровень экономики и культуры в обществе, характер его политических и идеологических установок, так как и педагоги, и воспитанники являются субъектами общественных отношений.

Образование как социальное явление это относительно самостоятельная система, функцией которой является систематическое обучение и воспитание членов общества, ориентированная на овладение определенными знаниями (прежде всего научными), идейно-нравственными ценностями, умениями, навыками, нормами поведения, содержание которых, в конечном счете, определяется социально-экономическим и политическим строем данного общества и уровнем его материально-технического развития.

Образование как социальное явление – это и система, для которой характерно наличие инвариантных качеств, присущих как ей в целом, так и каждому компоненту. К числу таких

качеств относятся: гибкость, динамичность, вариативность, адаптивность, стабильность, преемственность, целостность. Система образования намного сложнее любых других, более жестко детерминированных – технических, кибернетических, экономических и т.п.

Система образования – это не замкнутая, жестко централизованная и упорядоченная система. Она – открытая система, способная к самопознанию (рефлексии), количественному и качественному обогащению, перманентному преобразованию в силу тех изменений, которые непрерывно происходят как в макросоциуме, так и внутри самой системы.

Гуманистическая, личностно-ориентированная направленность современного образования усиливает такие его характеристики, как гибкость и динамичность.

Образование как социальная система превращается в дифференцированную и открытую для изменений сферу образовательных услуг. Не система образования со своими учреждениями навязывается человеку, ограничивая его свободу выбора, а человек сознательно выбирает именно ту траекторию в соответствии со своими образовательными потребностями и способностями.

Педагогические ценности, как и любые другие духовные ценности, утверждаются в жизни не спонтанно. Они зависят от социальных, политических, экономических отношений в обществе, которые во многом влияют на развитие педагогики и образовательной практики. Причем эта зависимость не механическая, т.к. желаемое и необходимое на уровне общества часто вступают в противоречие, разрешает которое конкретный человек, педагог в силу своего мировоззрения, идеалов, выбирая способы воспроизводства и развития культуры.

Педагогические ценности представляют собой нормы, регламентирующие педагогическую деятельность и выступающие как познавательно-действующая система, которая

служит опосредующим и связующим звеном между сложившимся общественным мировоззрением в области образования и деятельностью педагога. Широкий диапазон педагогических ценностей требует их классификации и упорядочивания, что позволит представить их статус в общей системе педагогического знания. Однако их классификация, как и проблема ценностей в целом, до настоящего времени в педагогике не разработана. Правда, имеются попытки определить совокупность общих и профессионально-педагогических ценностей. Среди последних выделяют такие, как содержание педагогической деятельности и обусловленные им возможности саморазвития личности; общественная значимость педагогического труда и его гуманистическая сущность и др.

Аксиологическое Я как система ценностных ориентации содержит не только когнитивные, но и эмоционально-волевые компоненты, играющие роль ее внутреннего ориентира. В нем ассимилированы как социально-педагогические, так и профессионально-групповые ценности, служащие основанием индивидуально-личностной системы педагогических ценностей. Эта система включает:

- ценности, связанные с утверждением личностью своей роли в социальной и профессиональной среде (общественная значимость труда педагога, престижность педагогической деятельности, признание профессии ближайшим личным окружением и др.);
- ценности, удовлетворяющие потребность в общении и расширяющие его круг (общение с детьми, коллегами, референтными людьми, переживание детской любви и привязанности, обмен духовными ценностями и др.);
- ценности, ориентирующие на саморазвитие творческой индивидуальности (возможности развития профессионально-творческих способностей, приобщение к мировой культуре,

занятие любимым предметом, постоянное самосовершенствование и др.);

- ценности, позволяющие осуществить самореализацию творческий, вариативный характер труда педагога, романтичность и увлекательность педагогической профессии, возможность помощи социально неблагополучным детям и др.);

- ценности, дающие возможность удовлетворять прагматические потребности (возможности получения гарантированной государственной службы, оплата труда и длительность отпуска, служебный рост и др.).

Образование оказывает влияние на все виды деятельности человека. Окончив школу, одни поступают в институт, другие в техникум, третьи не поступают никуда. Это являет собой определённый фильтр в выборе дальнейшей профессии человека. Хэрн писал, что образование – разумный способ распределения людей в соответствии с их достоинствами.

Согласно теории «человеческого капитала» образование не является чем-то немедленно потребляемым, скорее это капиталовложение в будущее человека. Как и все капиталовложения, в будущем оно приносит прибыль. В этой теории утверждается, что все усилия, затраченные в прошлом, будут вознаграждены в будущем. Прогресс науки, техники, культурная и информационная революции превращают образование в необходимый атрибут повседневной жизни.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Радугин, А.А. Педагогика: учебное пособие для высших учебных заведений / А.А. Радугин. – М., 2002.

2. Сластенин, В.А. Общая педагогика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений: в 2-х ч. / В.А. Сластенин. – М., 2003.

**РОЛЬ СТУДЕНЧЕСКОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ  
В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ СТАНОВЛЕНИИ  
СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА**

*БНТУ, г. Минск*

Одним из условий полноценного активного социального развития личности будущего специалиста является создание различных форм коллективной самоорганизации. В той или иной степени коллективная самоорганизация всегда была присуща студенческой молодежи, независимо от того, приобретала она реальный статус студенческого самоуправления или нет.

Процесс обновления студенческого самоуправления должен быть направлен на придание ему социально-практического характера, что обусловлено необходимостью сознательного, ответственного отношения студентов к возможностям и перспективам своей профессиональной и культурно-нравственной самоорганизации и участия в социальном управлении.

Студенческое самоуправление – это инициативная, самостоятельная и под свою ответственность деятельность студентов по решению жизненно важных вопросов по организации обучения, быта, досуга. В целом студенческое самоуправление можно рассматривать как особую форму инициативной, самостоятельной общественной деятельности студентов, направленной на решение важных вопросов жизнедеятельности студенческой молодежи, развитие ее социальной активности, поддержку социальных инициатив.

Современное студенческое самоуправление может и должно быть сконцентрировано на решении трех наиболее актуальных задач:

1. Стать условием реализации творческой активности и самодетельности в учебно-познавательном, научно- профессиональном и культурном отношениях.

2. Стать реальной формой студенческой демократии с соответствующими правами, возможностями и ответственностью.

3. Стать средством социально-правовой самозащиты.

Развитие студенческого самоуправления направлено на:

– усиление роли студенческих общественных объединений в гуманистическом воспитании студентов, воспитание в духе толерантности, нетерпимости к проявлениям экстремизма; утверждение демократического образа жизни, взаимной требовательности, чувства социальной справедливости, здорового морально-психологического климата, укрепление нравственных основ молодой студенческой семьи, утверждение на основе широкой гласности нравственных принципов, нетерпимости к антиобщественным проявлениям в быту;

– контроль и организацию учебной и научной деятельности, повышение эффективности и успешности учебы, активизацию самостоятельной творческой деятельности студентов в учебном процессе с учетом современных тенденций развития системы непрерывного образования; формирование потребности в решении актуальных научных проблем по избранной специальности через систему научно-технического творчества студенческой молодежи;

– развитие и углубление инициативы студенческих коллективов в организации гражданского воспитания; формирование в учебных группах, на курсах и факультетах коллективов студентов; формирование лидеров студенческих коллективов.

Субъектами студенческого самоуправления выступают студенческие коллективы (объединения), созданные в группе, на факультете (межфакультетские), в вузе (межвузовские). По результатам исследования, проведенного кафедрой «Психология» было выявлено, что в студенческом самоуправлении участвуют

### *Секция «Психология»*

только 10% студентов, не участвуют – 72,6 % (затруднились ответить – 17,4 %. Если конкретно касаться студенческого самоуправления, то оно выражается в следующем участии студентов в их жизнедеятельности: в распределении стипендиального фонда между студенческими группами принимают участие всего лишь 2,2% студентов; в распределении стипендии внутри своей группы – 8,1%; в распределении мест в общежитии (включая принятие решений о выселении из общежития) – 7%; в решении вопросов об использовании учебных аудиторий и помещений в общежитиях для быта и отдыха студентов – 4,3%; в решении вопросов материально-технического снабжения и обслуживания общежития – 8,1%; в совершенствовании программ и планов – 3,8%; в осуществлении контроля над посещаемостью занятий, дисциплиной в группе – 14,5%; в решении вопросов об отчислении студентов – 2,2%; в организации учебного процесса, в том числе составлении расписания занятий и графиков экзаменационной сессии – 5,9 %; в подборе кандидатур для учебы в аспирантуре – 2,2%; в оценке качества преподавания дисциплин – 9,1%; в оценке работы преподавателей – 7,5%; в освобождении студентов от занятий по их личной просьбе – 12,4%; в работе советов вуза и факультета – 10,2%; в распределении выпускников на работу – 2,7%.

Исследования также показали, что студенты недостаточно знакомы с органами студенческого самоуправления. Так знают, что существует совет самоуправления факультета – 3,7 %; студенческий совет общежития – 20%; Совет СНО (студенческое научное общество) – 1,5%; студенческий профсоюзный комитет – 34,9 %; учебно-воспитательная комиссия – 3%; штаб трудовых сил – 1,2%; комитет БРСМ – 34,8.

Эффективность работы органов студенческого самоуправления была оценена студентами следующим образом: слабо – отметило 27,7% студентов; удовлетворительно – 20,5%; хорошо –

всего лишь – 8,9% (каждый десятый); затруднились ответить на данный вопрос – 42,9 % (4/5 опрошенных студентов).

На основе анализа практики реализации студенческого самоуправления в качестве наиболее эффективных могут быть рекомендованы на уровне учебной группы, факультета и образовательного учреждения следующие его формы:

1. Профсоюзная организация студентов, выполняющая функции органа студенческой самодеятельности, статус которой определяется коллективным договором.

2. Общественная организация, которой может быть союз студентов данного учебного заведения.

3. Профсоюзная организация студентов и общественное объединение, совместно выполняющие функции органа студенческого самоуправления; статус органа студенческого самоуправления определяется трехсторонним соглашением; профком приоритетно выполняет функции социальной защиты студентов, а общественное объединение занимается реализацией социально значимых программ и поддержкой инициатив студенческой молодежи.

4. Орган общественной самодеятельности, выполняющий функции студенческого самоуправления (студенческий совет, студенческий деканат, студенческие научно-производственные отряды (СНПО), студенческие кафедры, студенческие комитеты, студенческие клубы по интересам и т. д.).

Работа в органах студенческого самоуправления является одним из механизмов качественной подготовки будущих специалистов, формирует умения принимать самостоятельные решения, брать ответственность за результаты работы, коллектив людей и свое профессиональное становление. Это, в свою очередь, обеспечивает реальную подготовку к жизни, потребность в постоянном совершенствовании, воспитывает действительную самостоятельность и активность, способствует эффективному развитию профессиональной карьеры,



формированию гражданской позиции и личностных качеств. Новые жизненные ориентиры, самостоятельность и активность молодых специалистов, прошедших практику самоуправления, вполне отвечают современным требованиям рынка труда.

УДК 378:331.548

Шапошник М.А.

## **ПРОФИОРИЕНТАЦИОННАЯ РАБОТА В ВУЗЕ**

*БНТУ, г. Минск*

Современный этап развития общества главной задачей образовательной политики определяет обеспечение качества образования на основе соответствия перспективным потребностям личности, общества и государства. Формирование личности, способной к реализации своих возможностей, социально устойчивой и одновременно мобильной, адаптирующейся, способной выработать и изменять собственную стратегию в меняющихся обстоятельствах жизни – главная цель современного образования, отвечающая социальным запросам. Конкурентное соперничество за абитуриентов, бюджетное и внебюджетное финансирование на рынке образовательных услуг высшего профессионального образования обуславливает пристальное внимание к проблеме конкурентоспособности высших учебных заведений. Вместе с тем, сложная демографическая ситуация, обуславливающая падение или отсутствие конкурса абитуриентов на отдельные специальности в некоторые высшие учебные заведения, способствует усилению интереса к профориентационной работе.

Высшее образование превратилось в товар, а точнее, услугу нематериального характера, предоставляемую в течение определенного времени и в определенном месте, качество которой зависит не только от ее производителя (преподавательского коллектива), но и от студента как индивидуального потребителя.

Сформировался рынок услуг высшего образования, который предлагает будущим абитуриентам широкий выбор вузов разных направлений, с различными специальностями, условиями конкурсного отбора, формами, методами обучения и ее стоимостью [1]. Если учесть продолжающееся снижение количества выпускников школ, возникает необходимость проведения расширенной информационной рекламной политики. В этом контексте профориентационная работа приобретает особое значение и становится важнейшей функцией образовательного процесса.

В совокупности эти процессы формируют новые стратегии вузов по привлечению абитуриентов, заставляя руководство вузов и факультетов пересматривать многие аспекты своей повседневной деятельности.

Актуальными направлениями повышения престижа вузов и привлечения абитуриентов в настоящее время являются довузовская подготовка, профориентационная деятельность вузов, предполагающие тесное сотрудничество со школами и информационную работу с выпускниками. Вузовские преподаватели готовят выпускников школ к централизованному тестированию (ЦТ) как индивидуально (репетиторство), так и на курсах по подготовке к ЦТ, организуемых в вузе. Но главное в работе с абитуриентами руководители вузов видят в развитии профориентационной деятельности, направленной на повышение информированности школьников о будущей профессии и на развитие самостоятельности в выборе карьерного пути.

Профориентационная работа в вузе является начальным этапом профессионального самоопределения учащихся. От ее содержания и организации зависит эффективность привлечения абитуриентов в Вуз, обучение будущих студентов, трудоустройство и закрепление выпускников на рабочем месте.

Выбор профессии и высшего учебного заведения является довольно сложным процессом.

**ПРОБЛЕМА АДАПТАЦИИ КУРСАНТОВ  
К УСЛОВИЯМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВУЗАХ МЧС  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС  
Республики Беларусь, г. Минск*

*The article considers the problem of adaptation, which is defined as a process of interaction between man and the environment. Attention is paid to factors that influence the adaptation to training, integrated into three blocks: the sociological, psychological and pedagogical. We identified and disclosed the basic problems of adaptation of students to study at institutes of the Ministry for Emergency Situations.*

Проблема адаптации является одной из тех общезначимых областей научных знаний, в которых представлено огромное количество теоретических направлений. Феномен адаптации изучается на стыке различных наук, так как носит междисциплинарный характер. При этом теоретические и методологические проблемы адаптации в полной мере не решены.

Адаптация определяется как процесс взаимодействия человека и окружающей среды, в результате которого у него возникают модели и стратегии поведения, адекватные меняющимся в этой среде условиям. Это общее определение применимо и к процессу адаптации в образовательной среде. Наряду с понятием «адаптация», следует обратить внимание на понятия «адаптивность» и «адаптированность». В свою очередь, адаптивность (адаптационный потенциал) понимается нами, как психическое свойство личности, выражающее возможности личности к адаптации. Адаптированность определяется как некоторое психическое состояние, достигнутое в результате реализации личностного адаптационного потенциала.

Факторы, оказывающие влияние на адаптацию к обучению курсантов в вузах МЧС, объединяют в три блока: социологический, психологический и педагогический. Социологический блок включает в себя возраст, социальное происхождение, тип образования. Психологический блок содержит индивидуально-психологические, социально-психологические факторы: интеллект, направленность, личностный адаптационный потенциал, положение в группе. Педагогический блок в свою очередь имеет следующие факторы: уровень педагогического мастерства, организация среды, материально-техническая база, ТСО и др.

Условия адаптации курсантов к обучению в институтах МЧС характеризуются тем, что они гораздо сложнее условий гражданских вузов. Это обусловлено тем, что курсанты, с первых дней нахождения в институте, обязаны наряду с обучением выполнять служебные обязанности. Наиболее сложным периодом в адаптации к условиям жизнедеятельности в учебном заведении является первый курс инженерного факультета.

Психическое развитие курсанта в процессе обучения представляет собой совокупность взаимосвязанных этапов, своеобразие которых обусловлено не столько последовательностью овладения учебным материалом, сколько динамикой интеграции в новую среду, усвоения всех ее требований.

Учеба в вузах МЧС Республики Беларусь неизбежно сопровождается значительными психическими и физическими нагрузками: изменением ритма жизни; разлукой с домом и семьей, друзьями; уставным распорядком дня; регламентированным режимом поведения; необходимостью подчиняться; повышенной ответственностью; психо-эмоциональным напряжением; неопределенностью социального статуса; оторванностью от своей социальной среды и присущей ей схемы и культуры поведения.

Все это обуславливает повышенные требования к состоянию психического и физического здоровья курсантов МЧС.

В зависимости от количества врожденной адаптационной энергии, курсанты первого года обучения в институте, проходят условно через три фазы общего адаптационного синдрома.

Первая фаза. Первоначальная реакция удивления или тревоги из-за новизны обстановки, неопытности и неумения совладать с ситуацией.

Вторая фаза. Ее сменяет фаза сопротивления, когда курсанты нашли социально-значимые контакты, поняли и приняли требования командиров взводов и начальника курса или, наоборот, не смогли найти социальную опору в среде коллектива, до конца не поняли и не приняли требования руководства института;

Третья фаза. Фаза истощения (расслабления). Происходит израсходование запасов энергии, ведущее к двум прямо противоположным результатам: полной адаптации к условиям жизнедеятельности в институте или дезадаптации деятельности курсанта.

Надо понимать, что стрессогенная ситуация – это не всегда воздействие только отрицательных факторов на организм человека. Стресс – есть неспецифический ответ организма на любое предъявление ему требования. Любая нормальная деятельность, например, игра в шахматы может вызвать значительный стресс, не причинив никакого телесного вреда. Вредоносный или неприятный стресс называют дистресс. С точки зрения стрессовой реакции не имеет значения приятна или неприятна ситуация, с которой столкнулись курсанты. Имеет значение лишь интенсивность потребности в перестройке организма или социальной адаптации. На второй фазе уже мотивация (внутренняя или внешняя) может оказать компенсирующие воздействие на функциональное состояние для поддержания работоспособности. На третьей фазе сигналы организма на несбалансированность стрессогенных воздействий следует рассматривать как призывы о помощи, которая может прийти только извне в виде поддержки командирами взводов, руководства курса, института, либо устранения стрессовой ситуации. Стрессовые факторы на третьей фазе

адаптации могут оказать значительное влияние на характер мышления курсанта, как неблагоприятное (плохое понимание целей и задач служебной деятельности, размытость ценностных ориентаций, ослабление памяти, вызвать «деформацию» личности), так и благоприятное. Позитивные изменения в мышлении имеют, прежде всего, адаптационно-защитное значение и направлены либо на овладение стрессогенной ситуацией, либо на приспособление к ней. Активизация мыслительных процессов при стрессе, ясность мышления, его логическая стройность способствуют выявлению, с учетом внутренней мотивации, истинной направленности интересов личности позитивной или негативной, при этом направленность может быть устремлена либо вовне (экстраверт), либо вовнутрь (интроверт).

У первого это реализуется в напряженной ситуации, в активных поисках выхода либо для всех (положительная социальная направленность), либо только для себя, иной раз даже в ущерб другим (отрицательная социальная направленность). У второго же это – уход в себя, но опять-таки либо с усилением мышления творческой активности, обострением интуиции и т.п., либо уход от решения проблем вообще (снижение мыслительной активности, непроизвольное включение в действие некоторых физиологических механизмов типа нарколепсии, обмороков, амнестических состояний). На второй и третьей фазе общего адаптационного синдрома наряду с изменением структуры мышления происходят изменения с эмоциями, которые являются обязательным компонентом стресса. Выделяют даже понятие «эмоциональный стресс» как разновидность психологического стресса, подчеркивая тем самым значимость эмоциональных проявлений в общей структуре стрессовых состояний. Но следует учитывать, что возникающие в напряженных ситуациях эмоции многообразны, сопровождаются ярко выраженными нарушениями биохимических, электрофизиологических и других характеристик организма.

Таким образом, процесс адаптации к служебной деятельности – явление сложное, имеющее свои специфические черты, проявления, фазы цикличности и влияния на всю психологическую структуру личности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева, Г.М. Социальная психология / Г.М. Андреева. – М.: Аспект Пресс, 1996. – С. 245-253.
2. Батищев, В.Н. Психологическое обеспечение военно-профессионального самоопределения курсантов ВВУЗОВ ВС РФ / В.Н. Батищев. – М.: Аспект Пресс, 2004. – С. 134-135.
3. Деменкова, Т.Д. Совершенствование структуры профессионального образования как способ повышения конкурентоспособности молодых специалистов / Т.Д. Деменкова // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России: материалы III Всероссийской научно-практической Интернет-конференции, Петрозаводск, 25-26 октября 2006 г. / ПетрГУ, 2006. – С. 168-175.
4. Massa P., Waltkin C. and Patridge B. [Электронный ресурс] Thinking and Decision Making Under Stress. – Режим доступа: [www.library.thinkquest.org/C0123421/thinking.html](http://www.library.thinkquest.org/C0123421/thinking.html).

УДК 37.015.3

Яценко Т.Е.

## **ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ КАК ФАКТОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ УСПЕШНОСТИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА**

*БГПУ им. М. Танка, г. Минск*

*In article the essence of psychological competence of the person is opened. The substantiation of consideration of psychological competence as factor of professional success of the future expert in*

*sphere of professional work, professional interaction and personal-professional development are presented.*

Переосмысление ценностей высшего образования на современном этапе социально-экономического развития страны обусловило ориентацию вузов на осуществление профессиональной подготовки будущих специалистов в соответствии с идеями компетентностного подхода. Данная тенденция находит выражение в усилении практико-ориентированного характера профессионального обучения и определении его результата в форме компетентностей. Это детерминировано преимуществами компетентности по сравнению с другими результатами образования: системный характер, полифункциональность, представленность в форме деятельности, а не информации о ней, переносимость, осознанность [2, с.162-163].

В качестве фактора профессиональной и жизненной успешности будущего специалиста учеными рассматривается психологическая компетентность. Психологическую компетентность – это интегральная характеристика личности, включающая ассимилированные психологические знания, постоянно обогащающиеся, действенные комплексы психологических умений и профессионально значимые психологические качества, обеспечивающие конструктивное решение задач профессиональной деятельности, общения и саморазвития посредством реализации гностической, селективной, рефлексивной, проективной и преобразующей функций [7, с.14].

Обобщение позиций ученых (И.А. Зимняя, Н.В. Кодинцева, А.В. Копнышева) относительно структуры психологической компетентности показало, что она может быть представлена как сочетание мотивационного (мотивация профессиональной деятельности и повышения уровня психологической компетентности), когнитивного (психологические знания и психологическое



мышление), поведенческого (психологические умения), аксиологического (система ценностей) и эмоционально-волевого компонентов (отношение к компетентности и профессиональной деятельности, саморегуляция), обеспечивающих компетентный стиль поведения личности.

На наш взгляд, в отличие от профессиональной содержание психологической компетентности является инвариантным по отношению к различным профессиям. Ее значение возрастает с увеличением творческого и проблемного характера деятельности, благодаря обеспечению соответствия «психологический смысл проблемы – психологический смысл действия».

В процессе дескрипторного анализа определений психологической компетентности, нами были выделены слова, которые используются учеными для описания характера активности и способов деятельности психологически компетентной личности, свидетельствующие о том, что психологическая компетентность обеспечивает достижение успешности: «рациональный», «грамотно», «успешно», «соответствует требованиям», «оптимальность», «аргументированность», «эффективно», «качественно», «результативно».

Формирование психологической компетентности студентов одновременно позволяет решить ряд взаимосвязанных задач, сопряженных с обеспечением профессиональной успешности будущего специалиста.

Во-первых, психологическая компетентность содействует достижению конгруэнтности личностно-профессиональных качеств студентов новому образу молодого специалиста, сформированному в общественном сознании. Как отмечает Д.А. Иванов, на смену эффективно выполняющему свои профессиональные обязанности исполнителю пришел образ инициативного, ответственного, коммуникабельного, толерантного работника, умеющего быстро адаптироваться к новым требованиям и профессиональным ситуациям [3, с. 5].

Следовательно, обществом требования предъявляются не только к уровню профессиональной, но и психологической компетентности будущих специалистов, обеспечивающей продуктивность сотрудничества и построение конструктивного диалога.

Во-вторых, психологическая компетентность обеспечивает системное соответствие профессионально важных качеств специалиста, его знаний, умений и профессиональной мотивации объективным требованиям профессии. М.Д. Лаптева обращает внимание на то, что деятельностная сущность психологической компетентности связана с определением способа и характера действия [5, с. 154]. Значит, психологически компетентный специалист руководствуется системой этических критериев при выборе средств достижения цели, а психологическая компетентность связана с устойчивостью ценностного отношения к объекту применения компетентности.

В-третьих, психологическая компетентность позволяет существенно повысить конкурентоспособность выпускников вуза. Согласно В.И. Байденко, работодатели выделяют в числе приоритетных требований к личности специалиста качества, составляющие содержание психологической компетентности: коммуникативность (отзывчивость в общении, структурированность и убедительность речи, компетентные реакции на возражения); гибкость; готовность к креативным решениям [1].

В-четвертых, психологическая компетентность облегчает социально-психологическую адаптацию молодого специалиста. Она позволяет личности быстро ориентироваться в субъективно и объективно новых профессиональных ситуациях различной степени сложности. Ученые (Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, Т.Н. Щербакова) подчеркивают, что данная компетентность обеспечивает не только профессиональную адаптацию, но в большей степени – личностно-профессиональное развитие специалиста за счет сформированности у него умения

рассматривать свою внешнюю и внутреннюю активность в рефлексивной плоскости. Между тем анализ диссертационных исследований свидетельствует о низком уровне развития и системности психологической компетентности студентов.

В-пятых, психологическая компетентность позволяет оптимизировать содержательную и процессуальную стороны профессионального взаимодействия в силу ряда причин. Она связана с осознанием личностью своей ответственности и понимаем последствий своего поведения (Л.М. Митина, Л.Л. Михайлова), обеспечением нестереотипного решения возникающих во взаимодействии проблем психологического характера с учетом реальной ситуации и личностных особенностей партнера по взаимодействию, системным видением психологического содержания и механизма конкретных способов поведения, позволяющим определять факторы, блокирующие достижение желаемого результата в новых условиях (Т.Н. Щербакова, Н.В. Яковлева). Психологическая компетентность также включает в себя умение специалиста сохранять свою индивидуальность и автономность в профессиональном общении (А.А. Кидрон) и достигать межличностного понимания (Ю.М. Жуков).

В-шестых, психологическая компетентность способствует поддержанию психологического здоровья личности и высокой личностной включенности в профессиональную деятельность. Низкий уровень психологической компетентности негативно приводит к повышенной стрессоуязвимости, фрустрированности и тревожности [4].

Таким образом, формирование психологической компетентности обеспечит профессиональную успешность будущих специалистов благодаря согласованию требований государства, общества, работодателей и самих студентов к качеству и содержанию профессиональной подготовки молодых специалистов, с одной стороны, и реального уровня развития у

выпускников вуза профессионально значимых психологических качеств и умений в форме компетентности, с другой стороны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Байденко, В.И. Компетенции в профессиональном образовании / В.И. Байденко // Высшее образование в России. – 2004. – № 11. – С. 4-13.
2. Голуб, Г.Б. Оценка уровня сформированности ключевых профессиональных компетентностей выпускников УНПО: подходы и процедуры / Г.Б. Голуб, Е.Я. Коган, И.С. Фишман // Вопросы образования. – 2008. – № 2. – С. 161-185.
3. Иванов, Д.А. Компетентность и компетентностный подход в современном образовании / Д.А. Иванов. – М.: Чистые пруды, 2007. – 32 с.
4. Ковалева, В.И. Мотивационная сфера личности и ее динамика в процессе профессиональной подготовки / В.И. Ковалева, В.Н. Дружинина // Психологический журнал. – 1982. – № 6. – С. 36-44.
5. Лаптева, М.Д. О способах и механизмах формирования компетентности социального взаимодействия / М.Д. Лаптева // Знание. Понимание. Умение. – 2006. – № 2. – С. 154–158.
6. Щербакова, Т.Н. Психологическая компетентность учителя: акмеологический анализ: дис. ... д-ра психол. наук: 19.00.13 / Т.Н. Щербакова. – Ростов н/Д, 2006. – 505 с.

*Секция «Новые материалы и технологии»*

<i>Афанасьева Н.А., Петюшик Е.Е.</i> Оценка способов изготовления порошковых капиллярных структур тепловых труб .....	3
<i>Васильев А.А.</i> Блок стеновой трехслойный с гибкими связями .....	10
<i>Данильчик С.С.</i> Регулирование амплитуды движения инструмента при точении с асимметричными колебаниями .....	15
<i>Дробыш А.А., Петюшик Е.Е., Прохоров О.А.</i> Каркасы из углеродного волокна в образцах углерод-углеродного композиционного материала .....	20
<i>Дробыш А.А., Азаров С.М., Пастушенко Е.И., Бальдко Д.Н.</i> Структурообразование дисперсных систем на основе гранита .....	25
<i>Дробыш А.А., Прохоров О.А.</i> Технологические схемы получения образцов композиционных пористых материалов на основе углерода .....	30
<i>Зенькевич Э.И., Прокопчук Н.Р., Мулярчик В.В.</i> Проблемы и перспективы профессионального образования в области нанотехнологий .....	33
<i>Иванов И.А.</i> Проблемы математического моделирования движущихся газовых сред .....	38
<i>Иващенко С.А., Койда С.Г.</i> Исследование напряжений в вакуумно-плазменных покрытиях .....	43
<i>Иващенко С.А., Комаровская В.М.</i> Моделирование процесса ионной обработки поверхности изделий из неметаллических материалов .....	47
<i>Крицков И.Г., Чижевский А.М.</i> Дымовые шашки .....	51
<i>Крицков И.Г., Супрон В.С.</i> Инновации в способах обнаружения мин .....	54
<i>Крицков И.Г., Чижевский А.М.</i> Дымовые средства маскировки .....	58

<i>Орлова Е.П., Иванов И.А.</i> Анализ экспериментальных результатов по изучению структуры покрытий .....	61
<i>Петюшик Е.Е., Романенков В.Е., Евтухова Т.Е., Афанасьева Н.А.</i> Формирование композиционного материала с многоуровневой поровой структурой .....	68
<i>Петюшик Е.Е., Евтухов К.С.</i> Особенности проектирования деформирующего инструмента для радиального прессования тел с переменным по длине профилем .....	73
<i>Петюшик Е.Е., Романенков В.Е., Евтухова Т.Е.</i> Механизм формирования и структура композиционного углеродно-керамического материала .....	79
<i>Сидоренко Ю.В., Коренькова С.Ф.</i> О возможности моделирования процессов структурообразования пенобетонных смесей .....	84
<i>Трещ А.М.</i> Возобновляемые источники энергии в Ливии .....	88
<i>Федорцев В.А., Бабук В.В., Мисник И.В.</i> Совершенствование технологии финишной обработки нежестких дисков .....	93
<i>Шавловский С.Г., Новиков А.К.</i> Технология дисковой агломерации .....	97
<i>Шматов А.А., Девойно О.Г.</i> Термогидрохимическая обработка инструментальных материалов в наноксидных составах .....	102

#### *Секция «Психология»*

<i>Белановская Е.Е.</i> Лекция как форма коммуникативного общения .....	107
<i>Данильчик О.В.</i> Учебная мотивация и социальная активность как показатели профессионального самоопределения студентов .....	113
<i>Иванова Е.М.</i> Гуманизация и гуманитаризация образования в высшей школе .....	117

<i>Каминская Т.С.</i> К вопросу о проблеме инновации высшего образования .....	120
<i>Клименко В.А.</i> Особенности развития высшего профессионального образования в современных условиях .....	125
<i>Лобач И.И.</i> Создание профессионально-ориентированных моделей специалистов с высшим техническим образованием .....	130
<i>Островский С.Н.</i> Образование как социокультурный феномен .....	135
<i>Поликша Е.В.</i> Роль студенческого самоуправления в профессиональном становлении студентов технического вуза .....	140
<i>Шапошник М.А.</i> Профорientационная работа в вузе .....	144
<i>Якименко Е.Ю.</i> Проблема адаптации курсантов к условиям деятельности в вузах МЧС Республики Беларусь .....	146
<i>Яценко Т.Е.</i> Психологическая компетентность как фактор профессиональной успешности будущего специалиста .....	150

Научное издание

Проблемы  
инженерно-педагогического  
образования  
в Республике Беларусь

МАТЕРИАЛЫ  
V Международной  
научно-практической конференции

В 2 частях

Часть 1

---

Подписано в печать 08.11.2011.

Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнигура Таймс.

Усл. печ. л. 9,24. Уч.-изд. л. 7,23. Тираж 50. Заказ 1205.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.