

Результатом проделанной работы стала трехмерная модель шагающего механизма, построенная в среде INVENTOR 2017. Полностью спроектированы и соединены зависимостями элементы модели, обеспечивающие требуемое движение звеньев, чтобы имитировать шаг. Для готовой твердотельной модели создан сценарий анимации, результат обработки которого сохранен в видеоролик.

При выполнении поставленных задач значительно расширены и углублены знания в работе с трехмерными моделями, исследованы возможности, предоставляемые современными системами автоматизированного проектирования, AUTODESK INVENTOR в частности. Полученные навыки можно использовать для подготовки презентаций проектируемых узлов и изделий машиностроения при обучении в вузе, а также после его окончания. Ведь кроме визуализации созданного проекта, можно производить расчет геометрических и физических свойств модели, проводить различного рода расчеты — силовые, тепловые.

Выпускники инженерных специальностей вузов должны обладать расширенными знаниями и навыками работы в современных системах компьютерного моделирования, чтобы быть востребованными на рынке труда, чтобы развивать потенциал промышленного производства. Ведь сейчас на предприятиях проектирование осуществляется с использованием компьютера и специализированного программного обеспечения.

#### **Список цитированных источников**

1. Сайт <http://help.autodesk.com/>
2. Сайт [www.youtube.com](http://www.youtube.com)
3. Тремблей, Т. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT™ 2013. Основы. Официальный учебный курс – М.: ДМК Пресс, 2013. – 244 с.

УДК 625.06/.07(075.8)

**Марчук А.А., Лашко А.О.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Левчук Н.В.**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН В ПРОЦЕССЕ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ**

Волокнистыми фильтрами называют пористые перегородки, составленные из беспорядочно расположенных, однако более или менее равномерно распределенных по объему волокон, каждое из которых принимает участие в осаждении аэрозольных частиц.

Процесс осаждения частиц в волокнистых фильтрах состоит из двух стадий. На начальной стадии процесса уловленные частицы практически не изменяют структуру фильтра, однако с течением времени происходит накопление уловленных частиц и эффективность очистки изменяется.

Основным параметром, определяющим механизм улавливания частиц в волокнистых фильтрах, является размер частиц. Для частиц размером менее 0,3 мкм преобладает диффузионное осаждение, а для более крупных важную роль играют эффекты касания и инерции.

Волокнистые фильтры нашли широкое применение в различных отраслях промышленности, в том числе и на предприятиях машиностроения. Эти аппараты предназначены для санитарной очистки аспирационного воздуха от туманов и брызг электролитов в виде смеси хромовой (концентрацией до 250 г/л) и сер-

ной (концентрацией до 2,5 г/л) кислот гальванических ванн, туманов и брызг серной кислоты участков травления металлических изделий.

Для очистки газовых выбросов и производственных сточных вод часто применяется адсорбционный метод, в котором в качестве поглотителей (адсорбентов) применяются твердые мелкопористые материалы, обладающие большой удельной поверхностью (активные угли, силикагель, цеолиты, алюмогели, пористые стекла).

*Адсорбцией* называется процесс поглощения одного или нескольких компонентов из газовой смеси твердым веществом — адсорбентом. Адсорбенты должны обладать рядом свойств, иметь большую удельную поверхность — от сотен до десятков сотен квадратных метров на грамм вещества. Другой важнейшей характеристикой адсорбентов является их адсорбционная активность (или адсорбционная емкость), равная количеству целевых компонентов (в масс. %, граммах и т. п.), которое может быть поглощено единицей массы адсорбента. Адсорбционная активность адсорбентов зависит от состава газа, давления и температуры. Чем выше молярная масса газа и давление, а также чем ниже температура, тем адсорбционная активность выше.

Для извлечения кислых газов, гидрофильных органических паров или воды из воздуха или природного газа применяются базальтовые планарные адсорбенты. Адсорбционные активные фильтры, изготовленные из пористых базальтовых волокон, обладают пониженным диффузионным сопротивлением и высокой сорбционной способностью.

В процессе обработки волокна кислотами в нем развивается пористая структура, что позволяет использовать выщелоченные базальтовые волокна в качестве адсорбентов. Важным фактом остается и то, что поддержание температуры реагента (загрязненной воды или воздуха) не оказывает влияния на базальтовую фибру. Широкий спектр применения в различных отраслях промышленности базальтового волокна обусловлен целым рядом преимуществ перед другими типами волокон. Наиболее важными с точки зрения строительной отрасли является их относительно высокая удельная прочность на разрыв, высокая коррозионная и химическая стойкость к воздействию агрессивных сред растворов солей, кислот, щелочей. Устойчивость к агрессивным средам и поглощающая способность позволяют использовать базальтовое волокно в качестве фильтрующих загрузок для очистки природных и сточных вод.

По мнению ученых, существуют преимущества применения базальтовых волокон, как армирующего материала, состоящие в следующем:

- широкое содержание сырьевых пород в природе;
- технология получения базальтовых волокон более простая и экологически безвредная по сравнению со стекловолокном и производством волокон на основе асбеста;
- базальтовые волокна обладают, относительно стеклянных, более высокой прочностью и модулем упругости волокон и др.

В нашей работе мы исследовали адсорбционную способность базальтовой фибры в процессе обезжелезивания воды. Пластины фибры не обрабатывались кислотными растворами, кроме того, использовалась фибра с различной степенью дисперсности волокна. С этой целью фибра измельчалась на электрической мельнице в течение различных промежутков времени. Были исследованы три вида фибры: 1 — без измельчения, 2 — время измельчения фибры 15 сек., 3 — время измельчения фибры 30 сек. В таблице 1 приведен химический состав базальтового волокна.

**Таблица 1** – Химический состав базальтового волокна

Содержание оксидов, %								
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mg O	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Ti O <sub>2</sub>	Суммарное содержание остальных оксидов
48,15	16,72	12,66	9,61	4,56	3,54	1,86	1,60	1,25

Затем волокна тонкодисперсной фибры укладывались в делительную воронку и через слой такой загрузки пропускались приготовленные пробы воды, содержащей железо. Скорость фильтрации регулировалась и фиксировалась по объему фильтрата, полученного через каждые 30 минут.

Вторым этапом нашей работы являлось определение концентрации железа в природной воде до и после пропускания через фильтрующий слой базальтовой фибры. Для определения концентраций железа в исследуемых пробах применялся комплексонометрический метод.

Комплексонометрический метод определения концентрации ионов железа. Из тщательно перемешанной пробы отбирают пипеткой 25 мл, помещают в мерную колбу вместимостью 50 мл. Прибавляют 1 мл соляной кислоты, несколько кристалликов персульфата аммония, 1 мл 50% роданида калия или аммония. Доводят объем до 50 мл дистиллированной водой и перемешивают. Через 10 минут фотометрируют при сине-зеленом светофильтре ( $\lambda = 490$  нм) в кюветах толщиной оптического слоя 2-5 см по отношению к дистиллированной воде, обработанной как проба.

Содержание общего железа (мкг) находят по калибровочному графику или визуально по интенсивности окраски пробы и шкалы стандартных растворов. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Изменение концентрации Fe<sup>2+</sup> при фильтрации растворов через слой волокон базальтовой фибры.

	Содержание в растворе, мкг	
	до фильтрации	после фильтрации
<b>Фибра без помола</b>		
15 мин.	0,168	0,0986
30 мин.	0,168	0,1366
45 мин.	0,168	0,1366
<b>Фибра через 15 сек помола</b>		
15 мин.	0,168	0,05
30 мин.	0,168	0,121
45 мин.	0,168	0,147
<b>Фибра через 30 сек помола</b>		
15 мин.	0,168	0,043
30 мин.	0,168	0,0986
45 мин.	0,168	0,1576

Из вышепредставленного материала можно сделать следующие выводы:

— очевидно, что на поверхности волокон базальтовой фибры происходит физико-химическое взаимодействие с имеющимися в воде примесями, в том числе и железа с содержащимися в фибре оксидным составом;

— необходимо отметить, что волокно базальтовой микрофибры обладает высокой удельной поверхностью, что обуславливает способность тонкодисперсного волокна поглощать из внешней среды мельчайшие частицы;

— при увеличении степени дисперсности волокон микрофибры, что в нашем случае достигается увеличением времени помолы фибры с 15 до 30 секунд, содержание  $Fe^{2+}$  снижается на 7,5% от исходной концентрации;

— скорость фильтрации оказывает влияние на адсорбционную способность базальтовых волокон. Это важно как для использования базальтового волокна при очистке жидкостей от соединений как железа, так и кальция.

#### **Список цитированных источников**

1. Градус, Л.Я Эксплуатация газоочистного оборудования на машино-строительных предприятиях / Л.Я Градус, И.Л. Тарнавский, М.И. Иванова. – М.: Машиностроение, 1988. – 216 с.

2. Влияние базальтовых волокон на прочность мелкозернистых фибробетонов / В.А. Перфилов, М.О. Зубова. // Интернет-Вестник ВолгГАСУ, 2015. – Вып 1(37). Режим доступа: [www.vestnikvgasu.ru](http://www.vestnikvgasu.ru).

УДК 621.92.001.891.57:744

*Пилипович А.П., Сидорук Д.И.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Морозова В.А.*

### **3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОБУСА МАЗ 104 В ГРАФИЧЕСКОМ РЕДАКТОРЕ КОМПАС-3D**

Мы, студенты второго курса машиностроительного факультета, обучающиеся по специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения», решили создать трехмерную модель автобуса МАЗ 104 в графическом редакторе КОМПАС-3D. Мы выбрали для построения 3D модель автобуса, т. к. наша специальность связана не только с технологией изготовления отдельных деталей, но и с технологией сборки любых конструкций. При изучении курса «Инженерная графика» мы работали в графическом редакторе КОМПАС 3D — по заданиям строили твердотельные модели, создавали на их основе чертежи, выполняли сборки и сборочные чертежи. Но нам захотелось самостоятельно изучить более углубленно возможности графического редактора КОМПАС-3D. В итоге у нас получилась трехмерная модель автобуса МАЗ 104, которую можно использовать для последующей презентации при изучении курса лекций «Технология производства и ремонта автомобилей».

**Конструкция автобуса МАЗ 104.** Городской автобус МАЗ 104 разработан на Минском автомобильном заводе. По конструкции унифицирован с автобусом МАЗ 103. Отличается высоким расположением пола.

Автобус МАЗ 104 имеет вагонную компоновку. Кузов цельнометаллический. Обивка салона выполнена из негорючих и нетоксичных материалов. Для входа и выхода пассажиров имеется три двустворчатые двери.

МАЗ 104 предназначен для городских пассажирских перевозок. Может применяться в аэропортах в качестве перронного автобуса. Перронный автобус отличается от городского сокращённым числом мест для сидения.

По имеющимся чертежам общего вида (рис. 1) [1] мы приступили к созданию трехмерной модели автобуса МАЗ 104.