

8

Сборник научных работ студентов  
Республики Беларусь  
«НИРС 2010»



Минск, 2011

Здесь учитывается влияние ряда переменных факторов (влаги топлива, характеристики топливных компонентов композиции и их массовая доля в брикетах) на параметры, определяющие оптимальный расход ТЭР.

В зависимости от способа утилизации теплоты торфяного топлива влажность готовой продукции имеет различные уровни: брикеты – 15–18 %, кусок – 30–35 %, фрезерный торф для сжигания на тепловых электростанциях и газификации – до 42–45 % [1].

Анализ многолетних статистических данных предприятий Беларуси показал, что на подготовку, осушение и ремонт торфяных полей расходуется около 20 кДж/кг, добычу фрезерного торфа – 25–36, его заводскую переработку с сушкой на брикетном заводе – 1000–1400 кДж/кг. С учетом влажности полуфабриката или готовой продукции на каждом этапе технического процесса это равно сумме до 1600 кДж/кг, что составляет около 10 % запаса тепловой энергии торфяного топлива. Однако, следует учесть и прочие затраты на добычу и переработку торфа (живой труд, материалы и пр.). Расчеты показывают, что в энергетическом эквиваленте это составляет до 500 кДж/кг. Большие потери теплоты твердого топлива имеют место у потребителя. Бытовые отопители и водонагреватели имеют КПД сжигания 0,65–0,75.

Таким образом, местное сырье с использованием ВЭР для производства топливных брикетов в настоящее время и ближайшей перспективе будет оставаться одним из основных составляющих в покрытии спроса на топливо для населения и коммунально-бытовых потребителей республики.

#### Литература

1. Березовский, Н.И. Разработка энергоэффективных технологий: Монография / Н.И. Березовский. – Минск: БИП-С Плюс, 2006. – 219 с.

©БГАТУ

### НАПРАВЛЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПОЛЕВЫХ ШТАНГОВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

С. В. ЯКУБОВСКИЙ, И. С. КРУК

Directions of improvement of designs field bar sprayers which will provide increase of uniformity of entering of pesticides are resulted

Ключевые слова: опрыскиватель, штанга, пестициды, конструкция

#### 1. ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень развития средств механизации процессов химизации в растениеводстве характеризуется возрастающими требованиями к их конструкции. Данные агрегаты должны обеспечивать качественное внесение пестицидов при минимальных дозах и потерях. Качество технологического процесса внесения пестицидов определяется равномерностью распределения рабочего раствора по поверхности обрабатываемого объекта в продольном и поперечном направлениях. Равномерность внесения определяется многими факторами, среди которых важную роль играет правильная работа распылителей и способность конструкции штанги и ее крепления обеспечивать плавность хода в вертикальной и горизонтальной плоскостях при гашении возмущений, возникающих вследствие копирования колес опрыскивателя микронеровностей поля и резкими перепадами скорости движения.

#### 2. ОСНОВНОЙ ТЕКСТ

На основе проведенного анализа условий работы полевых штанговых опрыскивателей и конструкций распылителей обосновано, что наилучшее качество внесения при постоянном расходе рабочего раствора пестицидов при обработках в ветреную погоду обеспечивается использованием электрических, пневматических, комбинированных и инжекторных распылителей. Чтобы снизить потери пестицидов из-за сноса капель рабочего раствора рекомендуется наряду с использованием данных распылителей устанавливать на штанге опрыскивателя ветрозащитные устройства, которые обеспечивают защиту факела распыла от прямого воздействия ветра.

Движение опрыскивателей по полю неизменно сопровождается копированием ходовыми колесами неровностей его поверхности. Это приводит к возмущениям, передающимся через остов опрыскивателя всем его узлам, в том числе и штанге, что приводит к отклонениям ее от состояния статического равновесия. При этом нарушается постоянство расстояния между распылителями и обрабатываемым объектом, что приводит к высокой неравномерности распределения рабочего раствора по его поверхности. Поэтому важным направлением усовершенствования конструкций полевых штанговых опрыскивателей является использование демпфирующих элементов для гашения колебаний штанги. Наибольшее распространение в системах обеспечения плавности хода штанг получили амортизаторы, характеристики и параметры установки которых определяют эффективность гашения колебаний

в вертикальной плоскости. В результате проведенных теоретических исследований нами получена зависимость, описывающая процесс затухающих колебаний штанги опрыскивателя при использовании для их гашения амортизаторов:

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{\omega_0 a}{\mu} \left( 1 - e^{-\frac{m}{a} t} \right),$$

где  $\varphi$  – угол поворота штанги;  $\varphi_0$ ,  $\omega_0$  – начальные угол поворота и угловая скорость штанги при возникновении возмущения;  $\mu$  – коэффициент сопротивления амортизаторов;  $a$  – инерционный коэффициент системы;  $t$  – время.

©БГУИР

## ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЕ ТРАВЛЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ПРОВОДЯЩИХ СЛОЕВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЭМС

*А. А. ЯСЮНАС*

The process of plasma reactive etching of titanium and titanium nitride thin films in the fluorocarbon and oxygen plasma were investigated. The etching rates of titanium, titanium nitride and photoresist SP-1805 in RF capacitive coupled plasma in dependence on the percentage of oxygen in the mixture of working gases  $CF_4 + O_2$ , and the power discharge were determined

Ключевые слова: реактивное ионное травление, нитрид титана, кинематический элемент, микропереключатель

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Объектом нашего внимания является кинематический элемент микропереключателя – кантиливер. Он должен обладать упругостью, химической и механической устойчивостью. Наиболее полно этим требованиям удовлетворяет нитрид титана из-за сравнительно высокого модуля юнга, химической стойкости и высокой прочности. Однако его высокая химическая устойчивость потребовала разработки технологии его анизотропного удаления во фторсодержащей плазме.

### 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Экспериментальный комплекс для проведения исследований скорости и анизотропии плазмохимического травления титана и нитрида титана построен на базе модернизированной установки УТП ПДЭ-125-009 «Отелло-43». Установка позволяет проводить процесс индивидуальной обработки полупроводниковых подложек диаметром до 100 мм.

Травлению подвергались пленки титана толщиной от 100 до 300 нм, полученные методом магнетронного распыления, и пленки нитрида титана такой же толщины, полученные методом реактивного магнетронного распыления металлической мишени в среде  $Ar-N_2$ . Маской выступал позитивный фоторезист SP-1805 толщиной 1 мкм. В ходе проведенных экспериментов адаптировались режимы, предложенные в [1]; было установлено, что анизотропное травление нитрида титана возможно во фторуглеродной плазме ёмкостного разряда. Нами была использована смесь хладона-14 ( $CF_4$ ) с кислородом ( $O_2$ ). Увеличение процентного содержания кислорода в газовой смеси вплоть до 40 % приводит к увеличению скорости травления как титана, так и его нитрида, это можно объяснить тем, что кислород способствует удалению углеродсодержащей пленки, образуемой на поверхности образца. Спад скорости травления при содержании кислорода в газовой смеси более 40 % может быть вызван как недостатком радикалов фтора, так и образованием хемособированного на поверхности кислорода. Скорость травления фоторезиста линейно возрастает при увеличении процентного содержания кислорода в смеси рабочих газов вплоть до 30 %, а после входит в режим насыщения, что связано с концентрацией активных радикалов фтора и кислорода в генерируемой плазме и транспортными механизмами удаления продуктов реакции с поверхности подложки.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты были использованы для определения режимов травления, необходимых при создании кинематического элемента микропереключателя.

### Литература

1. *Kirt R. Williams, Kishan Gupta and Matthew Wasilik* Etch Rates for Micromachining Processing – Part II // JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, VOL. 12, NO. 6, DECEMBER 2003. – P. 761–778