

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Національний гірничий університет»**



**ТИЖДЕНЬ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКИ – 2011**

*Матеріали  
студентської науково-технічної  
конференції 2011 р.*

**Дніпропетровськ  
2011**

УДК [621.3+55+622.62/68+622+681.5]

**Тиждень студентської науки – 2011:** Матеріали студентської науково-технічної конференції 2011 р. – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2011. – 55 с.

До збірки увійшли кращі доповіді на студентській науково-технічній конференції 2011 р.

***Редакційна колегія:***

О.С. Бешта (голова)

Р.О. Дичковський

С.В. Шевченко

К.В. Анісімова

Н.М. Вершиніна

© Державний вищий  
навчальний заклад  
«Національний гірничий  
університет», 2011

Матеріали в збірнику друкуються мовою оригіналу в редакції авторів.

# Електротехніка та електромеханіка

# РАБОТА МИНИ-ТЭЦ С ПАРОВОЙ ВИНТОВОЙ МАШИНОЙ НА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДАХ

ГВУЗ «Национальный горный университет»

Лавренова Н.С.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Хацкевич Ю.В.

**Вступление.** На сегодняшний день утилизация мусора является одной из главных проблем общества. В год человек производит около 300 кг бытовых отходов, а значит, их утилизация решит острую экологическую проблему. Еще одной существенной проблемой современного общества является дефицит энергоресурсов. Предлагается решать эти проблемы совместно с помощью строения мусоросжигательной установки (МСУ).

**Цель написания данной работы:** показать возможную работу МСУ совместно с Мини-ТЭЦ, которая осуществляется на сжигании твердых бытовых отходов (ТБО), а также использовании энергии пара для выработки энергии.

**Основная часть.** Был проведен анализ переработки отходов, который дал нам возможность определить, что из одной тонны мусора может быть получено 8 МДж энергии (что в свою очередь позволит заменить 0,27 т условного топлива), а также продукты сгорания. Было выяснено, что продукты сгорания содержат около 83 % тех веществ, которые могут быть использованы в дальнейшем на производстве и всего лишь 17 % тех веществ, которые требуют захоронения (см. рис.1).

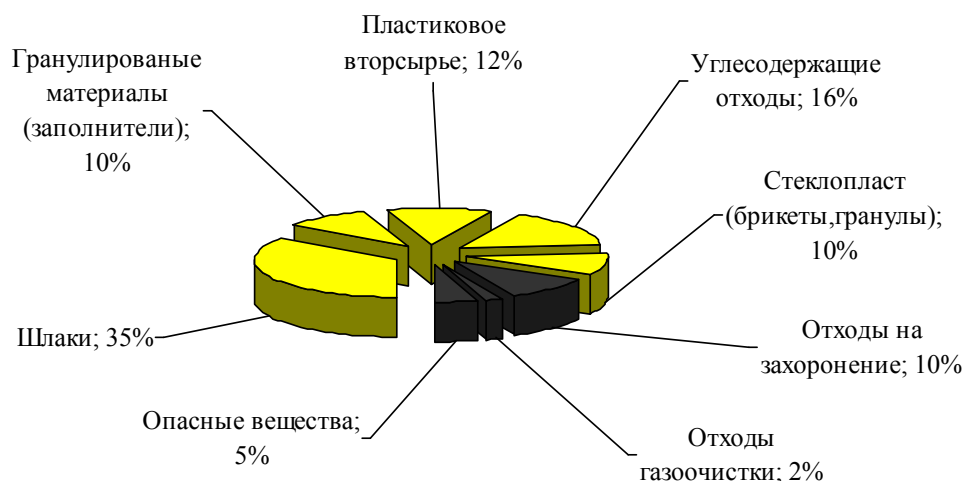


Рис. 1 Вещества, образующиеся при горении мусора

Светлым цветом на диаграмме изображены те вещества, которые могут быть использованы на производстве, а темным – вещества, которые требуют захоронения.

Совместная работа МСУ с Мини-ТЭЦ может быть применена для обеспечения электрической и тепловой энергией потребителей. На основе

анализа существующего оборудования [1] предлагается использовать на ТЭЦ паровую винтовую машину (ПВМ), мощностью 1400 кВт. Ориентировочно в год такая ПВМ вырабатывает  $14,5 \cdot 10^6$  МДж электроэнергии. С учетом обычного соотношения электрической и тепловой энергии, вырабатываемой на ТЭЦ, производство тепла составит  $22 \cdot 10^6$  МДж в год. При выработке этого количества энергии будет перерабатываться  $7 \cdot 10^6$  т ТБО в год.

Паровая винтовая машина (ПВМ) является новым типом парового двигателя. В диапазоне мощности 200 – 1500 кВт ПВМ по всем своим показателям значительно превосходит обычную лопаточную паровую турбину. ПВМ является наиболее перспективной основой для создания Мини-ТЭЦ.

ПВМ является машиной объемного типа действия [2]. Она содержит ведущий и ведомый роторы (см. рис. 2) в виде шнеков специального профиля. Выходной вал ведущего ротора подсоединен к электрогенератору. Роторы находятся в зацеплении и имеют шестерни связи, исключая взаимное касание роторов во время работы.



Рис. 2 Конструкция роторов ПВМ

Принцип действия ПВМ показан на рис. 3. Пар высокого давления из котла МСУ поступает в ПВМ через впускное окно в корпусе с одного торца роторов. После заполнения паром канавки между зубьями происходит отсечка пара, и при дальнейшем вращении роторов в канавке (парной полости) происходит объемное расширение порции пара. В конце расширения канавка сообщается с выпускными окнами в корпусе на другом торце роторов. Выпускной пар поступает в тепловую сеть для нужд технологии или для отопления.

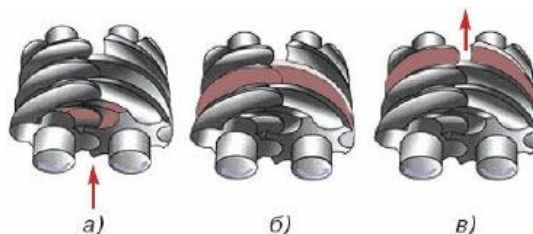


Рис. 3 Принцип действия ПВМ: а – начальное заполнение паровой полости; б – расширение пара; в – выпуск отработанного пара

**Выводы.** При исследовании было выяснено, что твердые бытовые отходы содержат до 60 % органических веществ [3], а это значит, что из 1 тонны мусора может быть получено 8 МДж энергии. Анализ показал, что 83 % продуктов сгорания ТБО также может быть использовано в дальнейшем. Работа МСУ совместно с Мини-ТЭЦ, на которой установлена ПВМ, будет вырабатывать  $36,5 \cdot 10^6$  МДж энергии в год, что позволит обеспечить дешевой тепловой и электрической энергией потребителей.

### Литература

1. Березин С. Р. Технология энергосбережения с использованием паровых винтовых машин / Теплоэнергетика. 2007. № 8. С. 43-45.
2. Березин С. Р., Боровков В. М., Ведайко В. И., Богачева А. И. Паровая винтовая машина / Современное машиностроение. 2009. №1 (7). С. 34-36.
3. Новости энергетики № 9, 2009. Мусоросжигательная установка в Париже; 14, 15 с.

## **ГИБРИДНЫЕ СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ** *ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Хворостяной Н.Н.**  
**Научный руководитель: к.т.н., доц. Колб А.А.**

Суть нового принципа заключается в том, что двигатель, работающий на обычном топливе, приводит в движение электрогенератор, и через систему управления нужное количество электроэнергии передаётся на электродвигатели, приводя в движение транспортное средство. Сначала следует сказать о существующих конфигурациях силовых установок в приводе гибридных автомобилей. В параллельном гибриде (англ. parallelhybrid) приводить в действие автомобиль могут как двигатель внутреннего сгорания (ДВС) так и электродвигатель, есть также режимы движения когда два двигателя совместно передают необходимый крутящий момент на колёса.

В последовательном гибриде (англ. serieshybrid) ДВС вращает генератор, который заряжает батареи и приводит в действие электромотор с передачей крутящего момента в трансмиссию. Таким образом, у ДВС в этой схеме нет механической связи с колёсами.

Подключаемый гибрид (англ. plug-inhybrid) имеет розетку для подзарядки батарей от внешней электросети. Движение начинается на аккумуляторных батареях, после разрядки которых, включается маломощный ДВС и автомобиль превращается в обычный гибрид.

### **Основные преимуществами гибридного привода являются:**

**Экономичность.** Применение электропривода позволяет обеспечить снижение расхода топлива на 30% и более в сравнении с традиционными механическими системами, что помимо снижения затрат на топливо обеспечивает соответствующее увеличение максимального запаса хода на одном баке.

Увеличение пробега без участия ДВС позволяет обеспечить пусть и ограниченный, но важный пробег с выключенной или вышедшей из строя энергетической установкой.

Увеличенное полезное пространство салона. За счёт использования электромеханической трансмиссии, автомобиль освобождается от компонентов системы привода, в котором размещались механические детали.

Возможность автоматизации. По своей сути привод электротрансмиссии является полностью автоматическим. Все воздействия водителя на органы управления автомобиля преобразуются в электрические сигналы системы управления.

Ремонтопригодность. Достигается благодаря модульности конструкции, которой обладает электропривод, и отсутствию механической связи энергетической установки и колёс, что является классическим примером гибридного привода.

Режим «электростанция». Энергетическая установка транспортного средства

имеет возможность обеспечения внешних потребителей электроэнергией, эквивалентной мощности энергетической установки, что позволяет использовать автомобиль в бытовых условиях как миниэлектростанцию.

### **Недостатки**

Гибридные автомобили имеют относительно больший вес, они сложнее и дороже традиционных автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Аккумуляторные батареи имеют небольшой диапазон рабочих температур, подвержены саморазряду. Кроме того, они дороже в ремонте. Опыт США говорит, что автомеханики берутся за ремонт гибридных автомобилей с большой неохотой. США пытаются решить проблему дороговизны налоговыми льготами.

Компания Porsche отказалась от попыток самостоятельного производства гибридного автомобиля. Компания Mitsubishi изначально не пыталась создать гибридный автомобиль, а сконцентрировала все свои усилия на разработке электромобилей. Наиболее удачная на сегодня (2008) серийная разработка — HybridSynergyDrive (произносится [х'а́йбридси́ неджи драйв]) компании Toyota.

Утилизация аккумуляторов, хоть и в меньшей степени, чем электромобили, гибридные автомобили подвержены проблеме утилизации аккумуляторов. Влияние выбрасываемых аккумуляторов на окружающую среду, по-видимому, никто не исследовал.

Подогрев салона высокий КПД определяет малую побочную генерацию бросового тепла. В обычных автомобилях в зимнее время это тепло используют для обогрева салона. В гибридных автомобилях ДВС не глохнет, пока не нагреет салон до требуемой температуры, что, естественно, увеличивает расход топлива. В американских моделях Тойота Приус также используются электрические ТЭНы, которые питаются от высоковольтной батареи. Они не только обеспечивают тепло без излишней работы ДВС, но и позволяют нагревать салон сразу после холодного старта автомобиля.

### **Будущее гибридов**

Одним из самых экстравагантных новаторов является автомобильный гигант Volvo, который предложил интересную концепцию электромобилей, использующего для увеличения дальности поездки на одном заряде батарей водород.

Недавно Volvo модернизировала прототип электромобилей собственной разработки, [Volvo C30 DRIVE](#), оборудовав его водородным топливным элементом для увеличения запаса хода со 150 километров до 400. Но что на самом деле интересно, так это то, что источником водорода является не громоздкий бак высокого давления, а обычный бензобак, в котором содержится обычный бензин. При поездках на небольшие расстояния электроводородомобиль Volvo полностью полагается на блок аккумуляторов емкостью 24КВт-ч, но выбираясь за город, включает встроенный реактор, выделяющий водород из бензинового топлива. Полученный таким образом водород используется топливным элементом для выработки электроэнергии когда запас батарей иссякает.



Зачем же нужна такая странная многоуровневая и сложная гибридизация? Ответ на этот вопрос мы получаем, когда начинаем подсчитывать эффективность или КПД такой системы. Преобразование потенциальной энергии бензина в электричество, как утверждают представители компании, происходит с КПД равным 85%, что в два раза превышает КПД генератора на основе двигателя внутреннего сгорания, который большую часть энергии рассеивает в виде тепла.

Такая техническая система позволяет решить сразу несколько очень важных проблем перспективного автотранспорта. Во-первых, увеличивается запас хода электрической машины. Во-вторых, исчезает невероятно сложная проблема компактного и надежного хранения водорода. В-третьих, в качестве заправок можно использовать имеющуюся инфраструктуру АЗС, а не развивать новые электрические и водородные. А по мере совершенствования технологий хранения электроэнергии, старые АЗС постепенно будут переоборудоваться в электрические.

От начала до конца цикла преобразования бензина в электричество, цепь химических реакций проходит практически без выделения парниковых газов, свойственных выхлопам ДВС. Лишь небольшая часть CO<sub>2</sub> выделяется в атмосферу.

[Volvo](#) обещает адаптировать энергетическую установку своего гибридного авто к целому ряду различных видов жидкого углеводородного топлива, как этанол, дизельное топливо и даже синтетическое [дизельное топливо](#).

### **Выводы**

Сегодня один из основополагающих векторов перспектив развития автомобильной промышленности направлен на снижение выбросов вредных веществ в атмосферу. В основном все работы в этом направлении сведены к оптимизации процессов сгорания топлива в двигателе. Однако одной оптимизации ДВС будет недостаточно для достижения заданных параметров. Для решения вопроса экологичности нужно развивать альтернативные схемы привода: электрический и гибридный.

На первый взгляд наиболее экологичным является электрический привод. Но если учесть выбросы при производстве электроэнергии, то возникнет ряд проблем. Когда выпуск электромобилей приобретёт массовый характер, то для зарядки передвигающихся по планете электромобилей придётся увеличить производство электроэнергии в четыре раза, что является практически неразрешимой проблемой.

# СИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Мойсак М.Д.**

**Научный руководитель: к.т.н., доц. Колб А.А.**

Синхронный двигатель с постоянными магнитами (СДПМ), благодаря своим высоким эксплуатационным характеристикам, является наиболее перспективной машиной в диапазоне малых и средних мощностей. СДПМ простой по конструкции, не имеет потерь на возбуждение и обладает высокой стабильностью скорости ротора. Эти качества выделяют его из ряда всех остальных машин и обеспечивают ему применение в системах автоматики, приводах подачи станков, прецизионных системах слежения, а также системах, где стабильность скорости является первостепенным требованием, предъявляемым к технологическому процессу.

В рассматриваемых двигателях наиболее распространенными являются роторы с радиальным и аксиальным смещением постоянных магнитов и пусковой обмотки. Ротор состоит из двух основных частей: постоянных магнитов, создающих магнитный поток возбуждения и обеспечивающих возникновение электромагнитного момента в синхронном режиме; короткозамкнутой пусковой обмотки типа "беличьей клетки", уложенной в магнитопровод из электротехнической стали.

Традиционно используются ферритовые магниты, для изготовления постоянных магнитов. Так как технологии развиваются, получают популярность магниты редкоземельных сплавов. Ферритовые магниты дешевле, но им присущ недостаток в виде низкого уровня магнитной индукции. Напротив, материал сплава имеет высокий уровень магнитной индукции и позволяет уменьшить ротор для обеспечения того же самого вращающего момента. Также, эти магниты на основе сплавов улучшают массогабаритные свойства, что позволяет получить более высокий вращающий момент для тот же размера двигателя использующего ферритовые магниты.

Неодим (Nd), Кобальт Самария (SmCo) и сплав Неодима, Феррита и Бора (NdFeB) это некоторые примеры сплавов редкоземельных магнитов. Постоянные исследования направлены на улучшение магнитной индукции для дальнейшего уменьшения размера ротора.

Основными достоинствами СДПМ являются:

- бесконтактность и отсутствие узлов, требующих обслуживания.
- большая перегрузочная способность по моменту (кратковременно допустимый момент и ток СДПМ могут превышать номинальные значения в 5 и более раз);
- высокое быстродействие в переходных процессах по моменту;
- абсолютно жесткая механическая характеристика и практически неограниченный диапазон регулирования частоты вращения (1:10000 и более).

-наилучшие энергетические показатели. КПД вентильных двигателей превышает 90% и незначительно отклоняется от номинального при вариациях нагрузки, в то время как у серийных асинхронных двигателей мощностью до 10 кВт максимальный КПД составляет не более 87,5% и существенно зависит от момента. Так, уже при половинной нагрузке на валу он может упасть до 60-70%;

- минимальные токи холостого хода;

- минимальные массогабаритные показатели при прочих равных условиях.

Многообразие конфигураций электродвигателей позволяет решать самые разные задачи. Один из специальных типов двигателей, известный как высокомоментный безредукторный электродвигатель с постоянными магнитами. Эти двигатели обладают большой удельной мощностью и высоким моментом, что делает возможным их применение в механизмах с прямым приводом.

Бесколлекторные (синхронные) безредукторные роторные двигатели имеют ряд конструктивных особенностей, обеспечивающих выполнение заданных функций. Прямой (безредукторный) привод означает отсутствие элементов передачи мощности между двигателем и приводимой во вращение нагрузкой, что, в свою очередь, дает преимущества перемещения с высокой динамикой практически без люфта и превосходную жесткость при статических/динамических нагрузках. Все это обеспечивает прецизионное управление движением. Использование в роторе большого числа магнитных полюсов способствует созданию высоких крутящих моментов.

Эти качества обеспечивают ему применение в системах автоматике, роботах и манипуляторах, приводах подач и главного движения металлорежущих станков, тяговом электроприводе, приводах рулевого управления летательных и подводных аппаратов, прецизионных системах слежения, а также системах, где стабильность скорости является первостепенным требованием, предъявляемым к технологическому процессу.

Отмечают такие преимущества высокомоментных двигателей такие как лучшее согласование с инерцией нагрузки, лёгкость управления, низкий уровень шума и рациональную конструкцию. увеличение числа полюсных пар и диаметра ротора создаёт более высокий крутящий момент на выходе. Кроме того, оптимизация ориентации магнита, усовершенствование конфигурации пазов статора и технологии наматывания обмотки, а также конструкции воздушного зазора способны свести пульсации крутящего момента к минимуму.

Большой крутящий момент вызывает выделение тепла в обмотках электродвигателя, которое должно отводиться во избежание его повреждения. Такое расширение может оказывать влияние на точность технологического процесса (вследствие увеличения размеров деталей), а также способно вызвать напряжённое состояние и повреждение элементов крепления двигателя". Поскольку двигатель встраивается в конструкцию станка, изготовители оборудования должны принимать во внимание различия в температурном

расширении разнородных материалов с тем, чтобы предотвратить повреждение статора при его установке на станке.

Реальная выходная мощность высокомоментных двигателей ограничена способностью удаления из обмоток тепла, вызванного их сопротивлением, а также тепловыми потерями на вихревые токи в пластинчатой структуре статора. (Потери на вихревые токи увеличиваются с ростом числа полюсов.) При невозможности отвода всего тепла увеличение температуры в обмотках в итоге приведет к разрушению изоляции, что повлечет за собой поступление тепла в ротор. Это тепло, в свою очередь, вызовет размагничивание высокомоментных магнитов ротора.

Недостатком этих двигателей является высокая стоимость, а также пульсации момента, вызванные переменностью проводимости воздушного зазора вследствие зубчатости поверхностей статора и ротора, иначе говоря, пульсации момента зубцовых гармоник, и несинусоидальность магнитной цепи, т.е. момент высших гармоник магнитного поля.

# Геологія

# КЛАССИФИКАЦИЯ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ И СВЯЗАННЫХ С НИМИ ЛОВУШЕК НЕФТИ И ГАЗА

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Козий Е.С.**

**Научный руководитель: к.г.-м.н., доц. Сафронов И.Л.**

Днепровско-Донецкая впадина – это глубокий рифт (авлакоген), заключенный между Украинским и Воронежским кристаллическими массивами Восточно-Европейской платформы. Кристаллический фундамент, рассеченный ступенчатыми сбросами, смещен на глубину 4-5 км. Впадина ограничена: на юго-западе - Украинским кристаллическим щитом, на северо-востоке – Воронежской антеклизой, на юго-востоке – складчатым сооружением Донбасса, а на северо-западе – выступом Белорусского кристаллического массива. Длина ее 450-500 км, ширина – 120-140 км.

В пределах впадины можно выделить три генетических типа солянокупольных структур. Основными отличительными особенностями их являются, стратиграфический уровень подъема соли. Первый тип объединяет поднятия, соль в которых достигла подошвы нижнекаменноугольных отложений. Ко второму типу относятся купола с уровнем подъема соли до подошвы верхнепермских образований. К третьему типу относятся соляные штоки, ядра которых перекрыты под палеогеновыми или неогеновыми отложениями. Исходя из материалов разведки и освоения нефтегазовых месторождений, как в Днепровско-Донецком регионе, так и в других аналогичных провинциях, можно выделить наиболее характерные типы ловушек, генетически связанные с соляными структурами.

I тип – локальные поднятия с соляным сводом не выше подошвы нижнекаменноугольных отложений (например, Шебелинское). С которыми связаны массивно-пластовые сводовые залежи; стратиграфически, литологически экранированные и ограниченные.

II тип – соляные купола под верхнепермскими отложениями (Машевское месторождение), с ними связан козырьковый тип залежей.

III тип – предпалеогеновые и преднеогеновые соляные штоки (Роменское месторождение), с ними связан кепроковый тип залежей.

В изложенном материале показаны лишь основные типы солянокупольных структур и характерные для них формы нефтегазовых залежей. Дальнейшее изучение этого сложного и богатого углеводородами региона позволит выделить детали отдельных структурных форм и провести объективную оценку их нефтегазоносности.

## ПОИСКОВЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И ПРИЗНАКИ ПРИ ПОИСКАХ НЕКОТОРЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Коваленко Э.Д.**

**Научный руководитель: к.г.-м.н., доц. Сафронов И.Л.**

Поисковыми геологическими критериями называют геологические факторы, которые могут указывать на возможность обнаружения тех или иных полезных ископаемых. Критерии могут иметь местное значение, или быть универсальными.

Все геологические науки вскрывают закономерности, определяющие распределение и накопление полезного вещества в горных породах. Важно отметить, что все природные процессы связаны между собой. Роль каждого поискового критерия часто рассматривается отдельно, однако, в условиях полевых работ многие поисковые критерии применяются совместно.

К группе стратиграфических критериев относят факторы, связанные с возрастом различных свит или интрузий, содержащих полезное ископаемое.

Фациальные и литологические критерии являются эффективным средством при поисках осадочных и магматогенных месторождений.

Структурные критерии широко применяются при исследовании гипергенных и гипогенных руд. В последнем случае эти критерии можно назвать просто литологическими.

Некоторые месторождения полезных ископаемых возникают в результате метаморфизма. Поэтому признаки метаморфизма являются поисковым критерием.

Под магматогенными критериями понимают все геологические факторы, указывающие на связь полезных ископаемых с определенными вулканогенными породами.

Геохимические критерии основаны на распределении элементов в земной коре. В первую очередь интерес вызывают интрузии, а во вторую — породы, испытавшие на себе воздействие этих интрузий.

Геофизические критерии основаны на изучении естественных физических полей. На них выделяют положительные или отрицательные аномалии, отражающие физические свойства пород.

Участки измененных пород имеют большое поисковое значение, поскольку их площадь пород во много раз превосходит размер самого рудного тела.

Геоморфологические критерии лежат в основе поисков всех типов россыпей и шлиховой съёмки.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КОСВЕННОЙ ОЦЕНКИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В СКВАЖИНАХ

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Бдуленко Д.Е.**

***Научный руководитель: асс. Толубец Д.В.***

Эффективное использование механизации и автоматизации производственных процессов при строительстве и эксплуатации угольных шахт требует высокой достоверности геологической разведки. Данные о физико-механических свойствах пород и их изменчивости используются для прогноза горно-геологических условий эксплуатации угольных месторождений и строительства шахт.

Согласно действующим нормативным документам механические испытания пород должны проводиться в 20% от общего числа разведочных скважин. Практически пробы отбираются в 10-15% скважин. Редкая сеть точек опробования дает неполную информацию о механических свойствах породного массива, что снижает эффективность и достоверность прогноза горно-геологических условий.

Использование методов косвенной оценки физико-механических свойств (ФМС) по данным геофизических измерений в скважинах является одним из путей повышения достоверности прогнозирования поведения пород в горных выработках и резкого увеличения количества определений.

Для пород с низкой механической прочностью характерны низкие значения удельного электрического сопротивления ( $KC^{\Gamma 3}$ ), повышенная естественная радиоактивность (ГК), повышенные значения ГГК-П и кавернозность.

Для пород с высокими значениями механической прочности характерны высокие значения удельных сопротивлений, пониженная естественная радиоактивность, низкие значения рассеянного гамма-излучения и диаметр скважины против таких пород близок к номинальному.

Методы косвенной оценки физико-механических свойств (ФМС) по данным геофизических измерений в скважинах (ГИС) уже успешно применяются множеством горно-разведочных и горнодобывающих предприятий, поскольку они обеспечивают достоверное и оперативное изучение физико-механических свойств пород в их естественном залегании, в любом интервале разреза. Это, в свою очередь, ведёт к снижению расходов и экономии времени, а также повышению качества горной документации.



# Транспортні системи і технології

# УЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА В ПЕРИОД ПОДГОТОВКИ ТОРМОЗОВ К ДЕЙСТВИЮ

ГВУЗ «Национальный горный университет»

Лубенец Т.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Лубенец Н.А.

Задачей расчета поезда (самоходной транспортной машины с прицепной частью) в режиме торможения является определение тормозного пути и допустимой скорости движения поезда, обеспечивающей заданный нормативный тормозной путь в самых экстремальных условиях. Поэтому важно, чтобы используемые при этом решения описывали движение поезда не приближенно, а правильно, что предотвращает аварийные ситуации.

Однако, действующие в настоящее время методики не являются таковыми. Анализ используемых в них решений свидетельствует о том, что они не учитывают изменения интенсивности движения поезда в период времени подготовки тормозов к действию [1,2,3].

Целью настоящей работы является установление функциональных зависимостей длины тормозного пути и допустимой скорости движения поезда, обеспечивающей заданный тормозной путь.

Согласно проведенным выводам следует

$$l_m = V_0 \cdot t_n + \frac{a_0 \cdot t_n^2}{2} - \frac{(V_0 + a_0 \cdot t_n)^2}{2 \cdot a};$$

$$V_{дон} = (a - a_0) \cdot t_n + \sqrt{(a - a_0)^2 \cdot t_n^2 - 2 \cdot a \cdot l_n + a_0 \cdot t_n^2 \cdot (a - a_0)};$$

где,  $l_m$  - тормозной путь;  $a$  – ускорение машины в период торможения;  $a_0$  – ускорение поезда на участке торможения без приложения тормозной силы при прочих равных условиях;  $t_n$  – время подготовки тормозов к действию;  $V_0$  - скорость поезда в момент начала торможения;  $l_n$  – тормозной путь;  $V_{дон}$  - допустимая скорость движения поезда, обеспечивающая заданный нормативный тормозной путь.

## Литература

1. Железные дороги. Общий курс: Учебник для вузов / М.М. Филиппов, М.М. Уздин, Ю.И. Ефименко и др. Под ред. М.М. Уздина. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 295 с.
2. Транспорт на горных предприятиях / Под ред. проф. Б.А. Кузнецова. - М.: Недра, 1976, - 552 с.
3. Казаринов В.М., Гребенюк П.Т., Крынов Е.В. Методы тормозных расчетов. – М., Изд. МПС., 1962. – 56 с.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИВОДНЫХ ШКИВОВ ШАХТНЫХ КАНАТНЫХ ДОРОГ

ГВУЗ «Национальный горный университет»

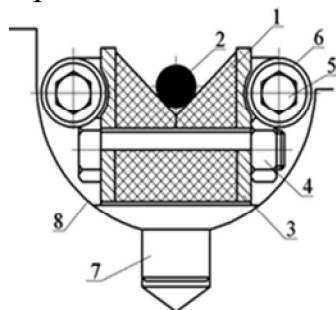
**Берёзкин И.И.**

**Научный руководитель: к.т.н., доц. Денищенко А.В.**

Эффективным способом повышения долговечности каната и приводного шкива представляется использование однообхватного желобчатого шкива со сменной футеровкой, имеющей высокий коэффициент трения.

Для футеровки канатоведущих и направляющих шкивов используется резина, полиуретаны и композиты. Наряду с высокой износоустойчивостью полиуретаны, обладая способностью сохранять высокую эластичность при высоких значениях модуля упругости и твердости, могут выдерживать нагрузки, существенно выше допустимых для резин. Однако, стоимость полиуретанов в 2-3 раза выше по сравнению с резиной, что сдерживает их широкое применение.

На кафедре транспортных систем и технологий НГУ разработаны, изготовлены и испытаны конструкции футеровки приводного шкива трения канатной напочвенной дороги [1], представляющие собой разъемные конструкции со сменными вкладышами (рис.1). Варьирование усилия предварительного сжатия резиновой футеровки с целью изменения ее напряженного состояния обеспечивается стяжными болтами.



*Рис. 1 Приводной шкив трения с футеровкой из резины:*

*1 – футеровка; 2 – канат; 3 – боковина; 4 – гайка; 5 – болт; 6 – проушина; 7 – шпонка; 8 – шкив*

В результате выполненных экспериментальных исследований получены следующие значения коэффициента трения для резиновой футеровки (в скобках указаны минимальные значения): смазанный канат – 0,388 0,036 (0,352); сухой канат – 0,444 ± 0,026 (0,418); канат в породной грязи – 0,381 0,024 (0,357).

## Литература

1. Шків тертя [Текст]: пат. 31089 на корисну модель Україна : МПК F16H 55/32 / О.В Денищенко. О.М.Коптовець заявник і патентовласник Націон. гірн. ун-т. – Nu200713178; заявл. 27.11.2007; опубл. 10.09.2009. Бюл №17-2с.

# **ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЮ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА**

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Новосельцев В.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доц. Денищенко А.В.**

Одним из основных видов транспорта грузов и людей на подземных горных работах является рельсовый. При перемещении локомотивами и канатными напочвенными дорогами подвижной состав испытывает динамические воздействия, которые приводят к повышению сопротивления движению и энергозатрат, снижению производительности откатки, устойчивости и долговечности транспортных средств. Шахтными исследованиями установлено, что основными источниками возмущающего воздействия на подвижной состав являются изменения геометрии рельсового пути.

Основными причинами возникновения неровностей рельсового пути и нарушения параллельности рельсовых нитей являются: недостаточная тщательность укладки, содержания и ремонта пути; просадка стыков; исходная искривленность рельсов; особенности конструкции верхнего строения пути, значительный водоприток, пучение почвы, величина грузопотока, скорость движения поездов и т.д.

В работе предложены конструкции устройств для определения основных геометрических параметров рельсового пути: ширины колеи, уровня его нитей и углов наклона, которые используются с оригинальным датчиком местоположения.

Вследствие проведенной работы сделаны следующие выводы:

- внедрение предложенных устройств позволит оперативно оценивать состояние шахтного рельсового пути и принимать решение о необходимости его ремонта на конкретных участках;
- составление графиков движения и нормирование грузопотоков позволит увеличить срок службы рельсового пути, уменьшить энергозатраты на транспортирование грузов и сократить себестоимость транспортирования 1 т полезного ископаемого на 30 %.

## **Литература**

1. В.К. Гарг. Динамика подвижного состава. [Текст]/ В.К. Гарг, Р.В. Дуккипати.– М.: Транспорт. – 1988. – 391 с.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МАССЫ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА НА РЕАЛИЗУЕМОЕ ТЯГОВОЕ УСИЛИЕ

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Лубенец Т.Н.**

**Научный руководитель: к.т.н., доц. Лубенец Н.А.**

Известно, что масса тела приводит к возникновению центробежной силы и уменьшению нормальной реакции между парой трения. Поэтому при некоторой массе конвейерной ленты нормальная реакция между ней и барабаном уменьшается и уменьшается тяговое усилие, реализуемое на приводном блоке.

Влияние массы тела на реализацию тягового усилия трением описывается с помощью закона трения гибких тел Эйлера (формулы Эйлера), учитывающего центробежные силы [1].

Однако в практике эксплуатационных расчетов транспортных средств с гибким тяговым органом, например конвейеров, влияние массы конвейерной ленты не учитывается, что может негативно сказаться на их работоспособности. Это обстоятельство усугубляется некоторой неточностью формулы Эйлера, которая подтверждена практикой [1-3].

Целью работы является установление степени влияния массы конвейерной ленты конвейера на реализацию тягового усилия.

Проведенный анализ данных эксперимента свидетельствует о том, что влияние массы конвейерной ленты весьма существенно. Уже при погонной массе 10 и 40 кг/мза счет массы конвейерной ленты реализуемое тяговое усилие согласно альтернативному решению задачи Эйлера с учетом центробежных сил снижается на 10 и 39% в сравнении с максимальным (без учета массы ленты).

## Литература

1. Колчин Н.И. Механика машин/ Том 2. Кинетостатика и динамика машин. Трение в машинах. - Л.: Машиностроение, 1972. - 456 с.
2. Лубенец Н.А. Развитие представлений о механизме передачи тягового усилия гибкому тяговому органу трением. // Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. “Сучасні проблеми та перспективирозвитку транспорту гірничих підприємств”. – Д., 22 – 24 листопада 2007 р. – С. 44–46.
3. Лубенец Н.А. Альтернативный формуле Эйлера закон реализации тягового усилия трением // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 11.-С. 67 – 70.

# Гірництво

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА В УКРАИНЕ

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Филиппева Е.В.**

**Научный руководитель: доц. Федоренко Э.А.**

Сланцевым называют газ, который можно извлечь из сланцев, содержащих органическое вещество (0,5-25%). Сланцы отличаются значительной плотностью и низкой пористостью, и газ залегают в небольших изолированных «карманах» - порах и трещинах, не образуя больших скоплений.

Ведущей технологией для добычи сланцевого газа является горизонтальное бурение: вместо множества одиночных вертикальных скважин пробуривается одна, а уже от нее на большой глубине расходятся горизонтальные, длина которых может достигать 2-3км. Затем в пробуренные породы под давлением закачивается смесь песка, воды и химикатов для гидроразрыва коллектора.

Лидером по добыче сланцевого газа являются США, обладающие самыми большими в мире запасами горючего сланца (70% мировых) в 48 штатах. Здесь разведанные запасы сланцевого газа составляют 24 трлн. м<sup>3</sup>.

Сланцевый газ представляет собой весьма перспективный ресурс. Для Украины, с ее относительно ограниченными запасами энергетического сырья, вопрос возможной добычи газа из так называемых сланцевых толщ имеет особенно важное значение. Технология добычи еще не совершенна, но в то же время уже сейчас ясно, что сланцевый газ – перспективный энергоресурс. Украина имеет одни из крупнейших запасов и в будущем способна добывать до 20 млрд м<sup>3</sup>/год.

## Литература

1. Сланцевый газ и проблемы энергообеспечения Украины/ Д.С.Гурский, В.А.Михайлов, П.М.Чепель, В.Н.Гулий //Мінеральні ресурси України. – 2010. - №3. – с. 3-8.
2. Лукин А.Е. Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине:  
Ст. 1. Современное состояние проблемы сланцевого газа (в свете опыта освоения его ресурсов в США)// Геологічний журнал. – 2010. - №3. – с. 17-33.
3. Википедия – свободная энциклопедия, [ru.Wikipedia.org/](http://ru.Wikipedia.org/)

## УТИЛИЗАЦИЯ ШАХТНОГО МЕТАНА В ГЕРМАНИИ

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Чернявский Д.С.**

**Научный руководитель: доц. Федоренко Е.А.**

В настоящее время страны всего мира уделяют большое внимание утилизации шахтного метана. В частности, власти Германии решили этот вопрос на законодательном уровне, стимулируя горные предприятия утилизировать метан шахт. В соответствии с Киотским протоколом, который подписали уже более 180 стран мира, участники соглашения должны уменьшать влияние промышленных выбросов предприятий на экологию Земли. Шахтный метан при выбросе в атмосферу имеет парниковый эффект в 21 раз больше, чем углекислый газ.

В Германии не только действующие шахты могут утилизировать шахтный метан. Владельцы участков земли на поверхности над выработанными шахтами, в недрах которых есть газ, также имеют право его утилизировать. Уже созданы несколько вакуумных установок по извлечению и аккумулярованию шахтного метана из закрытых шахт. Эти установки в состоянии не только обеспечивать электроэнергией близлежащие предприятия, но и небольшие населённые пункты.

### Литература

1. Гален К., Вайс Э. – Г.. Добыча и использование пластового метана и последующие задачи органов горного надзора земли Северный Рейн – Вестфалия // Глюкауф. – 2002. - №1. – С. 28 – 32.
2. Пройсе А. Рудничный газ – от побочного продукта к самостоятельному энергоносителю // Глюкауф. – 2002. - №4. – С. 21 – 37.
3. Шлёнбах М. Потенциальные возможности дегазации угольных пластов горизонтальными скважинами // Глюкауф. – 2003. - №4. – С. 9 – 16.



# ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ МЕТАНА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ УКРАИНЫ

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Василенко Е.А., Манукян Э.С.**

**Научный руководитель: к.т.н., доц. Коровяка Е.А.**

По запасам метана Украина входит в первую пятерку стран на планете. Но пока его утилизация и добыча остаются лишь побочной деятельностью угольных шахт метан никогда не будет играть заметной роли в национальном энергетическом балансе. Для этого нужно создание отдельной метанодобывающей отрасли.

Запасы метана в угольных месторождениях Донбасса по оценкам специалистов составляют более 12 трлн. м<sup>3</sup>. Запасы эти огромны, но разбросаны по многочисленным угольным пластам и слоям песчаников в угленосных свитах.

Источником добычи шахтного метана в Украине являются дегазационные системы действующих шахт. Для дегазации угольных пластов и вмещающих пород в настоящее время широко используются водокольцевые и ротационные вакуумные насосы.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

✓ для дегазации рекомендуется применять водокольцевые вакуумные насосы, обеспечивающие долговременную и стабильную эксплуатацию систем дегазации;

✓ применение блочно-модульных котельных или дооборудование шахтных котельных дополнительным блоком сжигания метана, вполне может заменить простое сжигание метана на «свечу»;

✓ наиболее перспективным способом утилизации шахтного метана является применение когенерационных установок с выработкой тепло- и электроэнергии.

✓

## Литература

1. Касьянов В.В., Ст. Ламберт. Перспективы развития метановой отрасли в Украине. Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наукових праць./ Ін-т геотехнічної механіки НАН України. – Київ - Дніпропетровськ, 2000. – Вип. 17. – С. 15-17.

2. Булат А.Ф. Создание индустрии шахтного метана в топливно-энергетическом комплексе Украины. - Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наукових праць./ Ін-т геотехнічної механіки НАН України. – Дніпропетровськ, 1988. – Вип. 10. - С. 3-12.

# Автоматизація комп'ютерних систем

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОГО  
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАРГАНЕЦКОЙ РУДЫ**  
*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Жикина А.С.**  
**Научный руководитель: проф. Шаруда В.Г.**

Производство черных металлов занимает важное место в экономике страны. Добыча и первичная переработка руд производится на горно-обогатительных комбинатах и является одной из важных ступеней в получении высококачественной продукции в металлургическом производстве.

За последние 10 лет произошла деградация систем автоматизированного управления, связанная с физическим износом средств автоматики из-за недостаточного финансирования. А также, по оценкам ряда экспертов, на процессы рудоподготовки в виде дробления и измельчения приходится не менее 10 % мировых энергетических затрат. При добыче и обогащении руд капитальные вложения в этот технологический передел составляют 65–70 %, а эксплуатационные расходы — до 80 % общих затрат на проведение горных работ, транспортирование руды и ее обогащение [1]. В настоящее время наблюдается опережающий рост стоимости энергоресурсов по сравнению с ценами на металлопродукцию, что делает особо актуальными задачи максимальной производительности и более эффективного использования ресурсов, в частности электроэнергии.

Целью исследования является уменьшение энергозатрат обогатительной фабрики на этапе измельчения марганцевой руды не только за счет замены устаревшего оборудования, но и применения усовершенствованного алгоритма автоматического управления процессом измельчения.

В ходе исследования были решены следующие задачи:

1. анализ технологического комплекса дробления как объекта управления;
2. определение динамической модели объекта управления второго порядка по экспериментальной кривой переходного процесса;
3. синтез регулятора объекта управления (ОУ) с использованием расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab;
4. синтез регулятора (ОУ) с помощью корневого годографа при использовании пакета Matlab.

Исходными данными являлись материалы и эксперименты преддипломной практики, а также литературные источники.

Выходные параметры процесса дробления, технологическая схема которого представлена на рис. 1, является производительность по дробленому продукту и критический уровень руды, находящейся в дробилке. Чем больше руды в дробилке, тем выше производительность по дробленому продукту и мощность, потребляемая электроприводом дробилки.

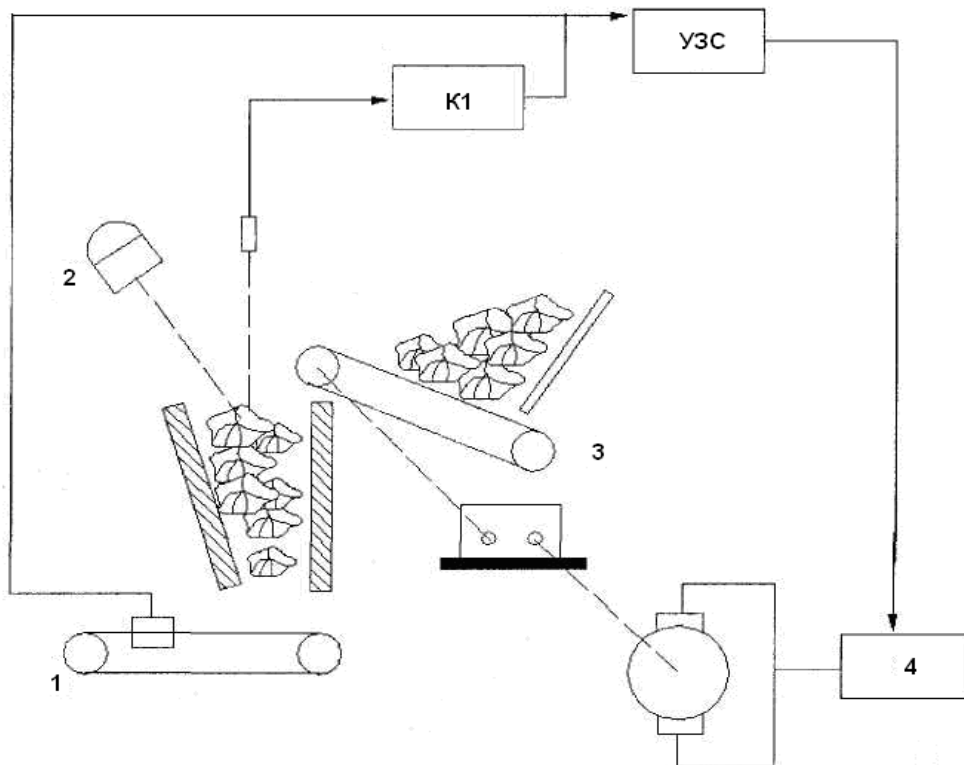


Рис.1 Технологическая схема процесса дробления.  
 1-конвейерные весы; 2-уровнемер; 3-питатель; 4-программируемый регулятор скорости; К1-реле; УЗС-узел задания сигнала.

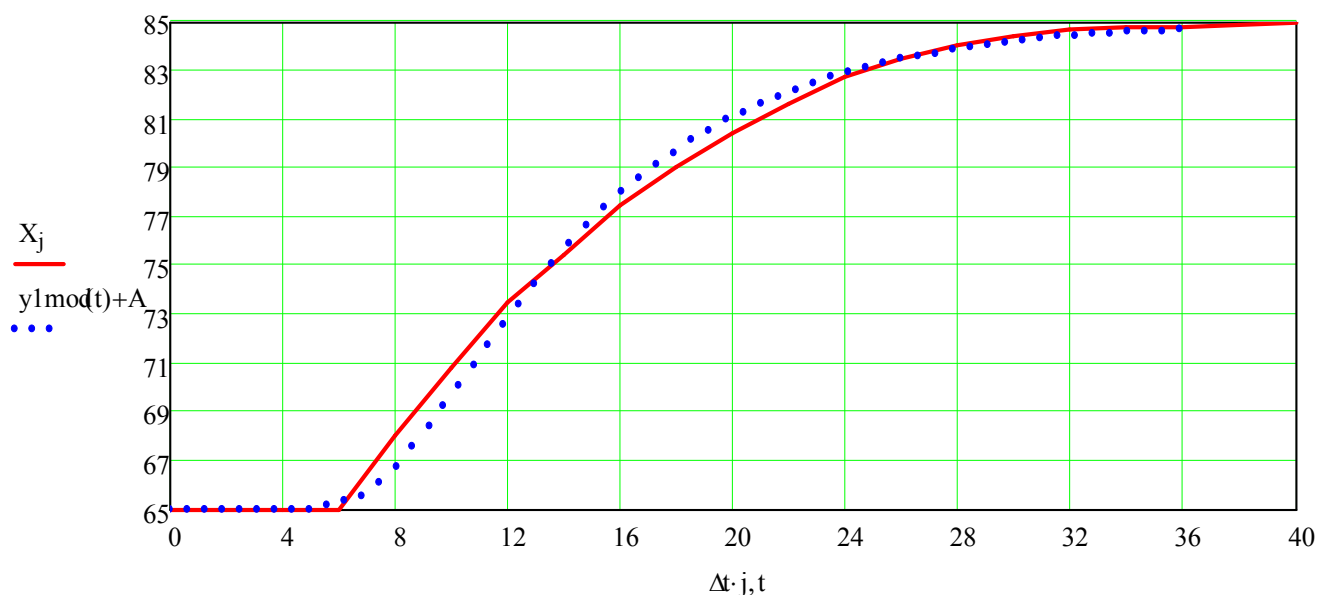
Для получения объекта управления была использована экспериментальная кривая переходного процесса по каналу «расход питания - потребляемая мощность», которая была позаимствована в литературном источнике [2]. Для идентификации объекта был использован метод площадей, который был реализован в пакете MathCAD. Переходный процесс измельчения имеет транспортное запаздывание. Чтобы воспользоваться методом площадей, для начала была исключена из графика величина запаздывания и начало координат было перенесено в точку (0;0). В результате был получен график в относительных координатах.

Методом площадей были определены параметры объекта управления  $b_1$  та  $b_2$ , его математическая модель и, в результате, была записана передаточная функция модели объекта с учетом запаздывания.

$$W_0(p) = \frac{20e^{-6p}}{18.023p^2 + 9.208p + 1}$$

Для наглядности приведено сравнение переходной характеристики реальной модели и экспериментальной кривой переходного процесса.

## Сравнение переходной характеристики реальной модели и экспериментальной кривой переходного процесса



К системе были предъявлены следующие требования:

- перерегулирование не должно превышать 1%;
- переходный процесс должен быть близким к монотонному;
- время переходного процесса не должен превышать 40,с;
- автоматическая система должна быть цифровой.

Для построения автоматической системы, которая соответствовала бы заданным требованиям, использовались широко распространенные методы исследований при помощи ЭВМ:

- синтез регулятора цифровой системы по ее аналоговой модели, которая обеспечивает минимальную среднеквадратическую погрешность, с помощью расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab;

- синтез регулятора цифровой системы по ее аналоговой модели при помощи корневого годографа.

Для того, чтобы воспользоваться этими методами была разработана структурная схема аналоговой и цифровой моделей (рис.2) в пакете Simulink.

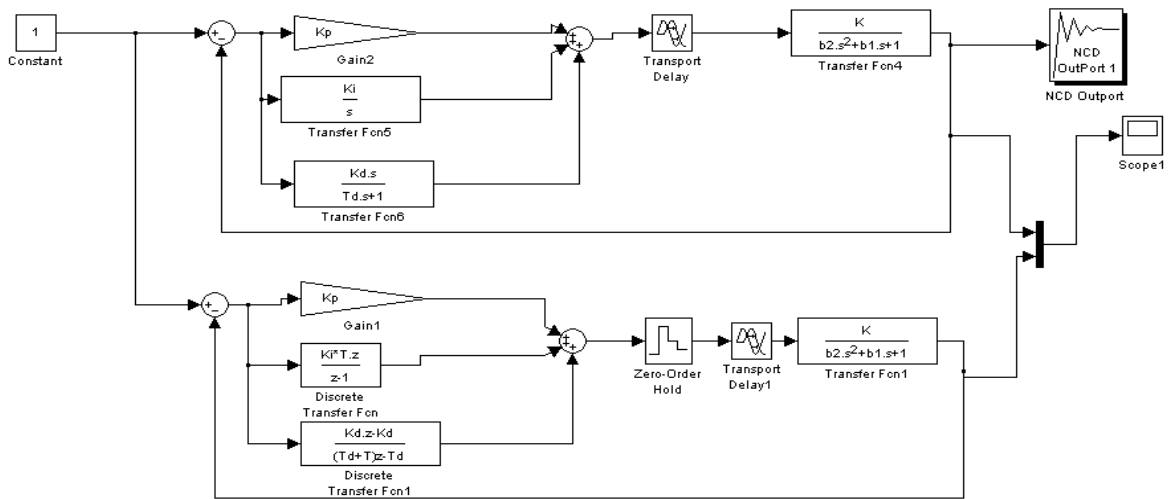


Рис.2 Схема аналоговой и цифровой моделей САУ.

Так как уменьшение энергопотребления будет зависеть от регулирования скорости подачи руды в дробилку, то был использован регулятор скорости ленты питателя со встроенным ПИД-регулятором.

В результате синтеза регулятора цифровой системы по ее аналоговой модели с помощью расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab были определены параметры PID – регулятора:

$$K'p=0.02; K'i=0.0026; K'd=0.009; T'd=2.0015.$$

По результатам получился практически монотонный переходный процесс, который заканчивается за 40,с.

При использовании методики исследования САУ с помощью корневого годографа пакета MathLab, в результате синтеза была получена такая передаточная функция закона управления:

$$W_{reg} = \frac{0.001(1.4p+1)(0.17p+1)}{p(0.5p+1)}$$

Сравнив исследования с помощью расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset и корневого годографа, получили следующий график.

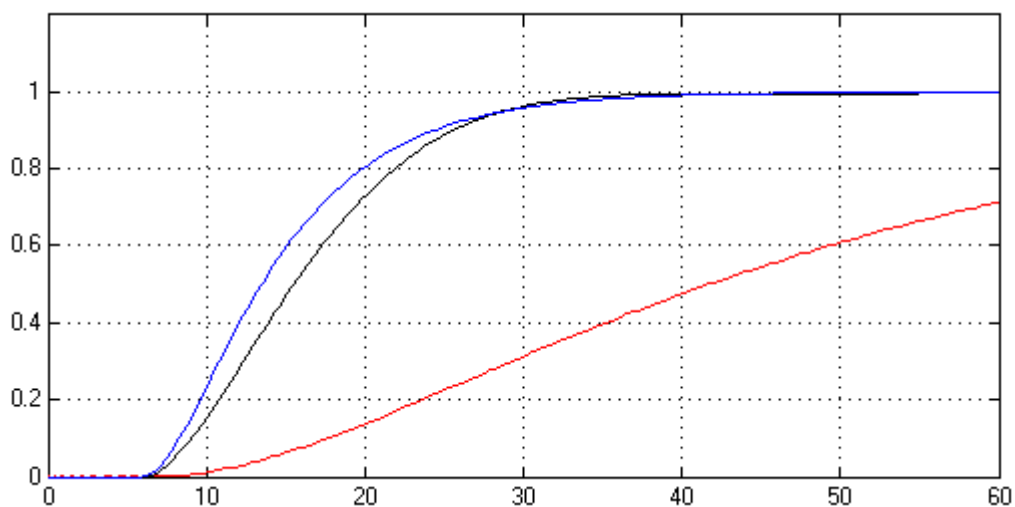


Рис. 3 Графики переходного процесса системы, полученные при различных методиках исследования.

- График экспериментальной кривой переходного процесса;
- Результат синтеза параметров PID-регулятора с помощью расширения Nonlinear Control Design Blockset стандартного пакета MathLab;
- Результат синтеза параметров PID-регулятора с помощью корневого годографа.

На рис.3 видно, что с помощью корневого годографа не были выполнены предъявленные требования. А при синтезе с помощью расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset были выполнены все требования предъявленные к системе.

Можно сделать вывод, что синтез регулятора ОУ с помощью расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета MathLab оказалось более эффективным. За счет полученных этим методом результатов, был обеспечен более плавный пуск двигателя питателя за меньшее количество времени.

Анализируя важнейшие факторы и закономерности процесса измельчения, технические решения позволят не только снизить энергопотребление обогатительной фабрики, но и обеспечат качественно новый уровень управления, основанный на современных информационных технологиях, а также облегчат труд обслуживающего персонала, расширят их возможную зону обслуживания и, в итоге, повысят производительность труда.

### Литература

1. Гл. ред. Пучков Л.А. Горный журнал (февраль), 2007. – 144 с.
2. <http://www.twirpx.com/file/159337/>
3. Шаруда В.Г., Ткачов В.В., Фількін М.П. Методи аналізу і синтезу систем автоматичного керування: Навч. Посіб. – Д., Нац. гірнич. ун-т, 2008. – 543 с.

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ВАЛОВ НА ВАЛЬЦЕТОКАРНОМ СТАНКЕ ЗА СЧЕТ СТАБИЛИЗАЦИИ МОЩНОСТИ РЕЗАНИЯ

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Кузина Ю.Ю.**

**Научный руководитель: проф. Пушкарь М.С.**

В настоящее время к качеству металлопроката и его геометрическим размерам предъявляются повышенные требования. Эти показатели зависят от многих факторов, одним из которых является качество изготовления и точность обработки поверхности валков прокатных станков.

Объектом исследования является вальцетокарный станок модели К 825 Ф2. Станок предназначен для обработки и калибровки наружных поверхностей прокатных валков.

При обработке валков, имеющих неоднородную структуру и различные физико-механические свойства, возникают броски мощности резания, которые отрицательно влияют на качество поверхности валков и точность геометрических размеров готового проката.

Прокатный валок является рабочей частью прокатного стана. Проходя между прокатными валками, металл обжимается (уменьшается высота поперечного сечения проката) и вытягивается (увеличивается длина проката), приобретая при этом требуемую форму и размеры.

Прокатный вал является неотъемлемой частью любого прокатного стана, с помощью которого производится металлургическая продукция (трубы, водоотводы и т.д.). Именно поэтому так важно, чтобы поверхность вала была идеально ровной и гладкой, так как это влияет на качество производимой им продукции.

Целью исследования является повышение качества обработки валков, за счет стабилизации мощности резания.

В ходе исследования были решены следующие задачи:

1. Анализ вальцетокарного станка как объекта автоматизации
2. Определение динамических параметров исследуемой системы и построение ее динамической модели;
3. Синтез исследуемой системы с помощью программного пакета Nonlinear Control Design (NCD) Blockset;
4. Синтез исследуемой системы с помощью регулятора состояния (эстиматора).

После определения динамических параметров была составлена структурная схема исследуемой системы.

Стабилизация нагрузки по контролю мощности происходит с помощью регулирования скорости, при этом необходимо контролировать значение силы тока. Для этого используем контур тока и скорости.

Структурная схема приведена на рисунке 1, где указаны два контура



регулирования, замкнутые с помощью независимых обратных связей. Контур тока состоит из объекта регулирования – цепи якоря двигателя, силового преобразователя и регулятора тока, где РС – регулятор скорости, РТ- регулятор тока.

С помощью пакета MathCad полученная схема была промоделирована, в результате чего получили переходный процесс с перерегулированием более 5%, который завершается за 0,2 секунды (рисунок 2).

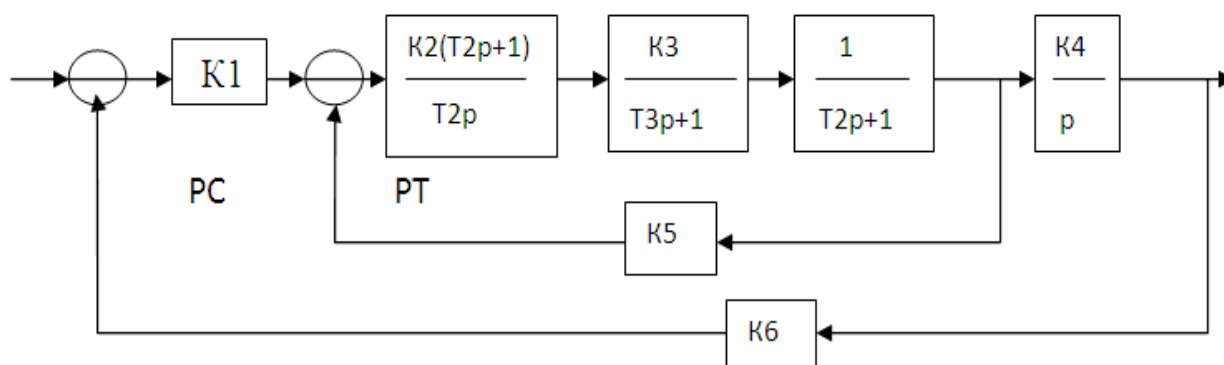


Рис.1 Структурная схема исследуемой системы

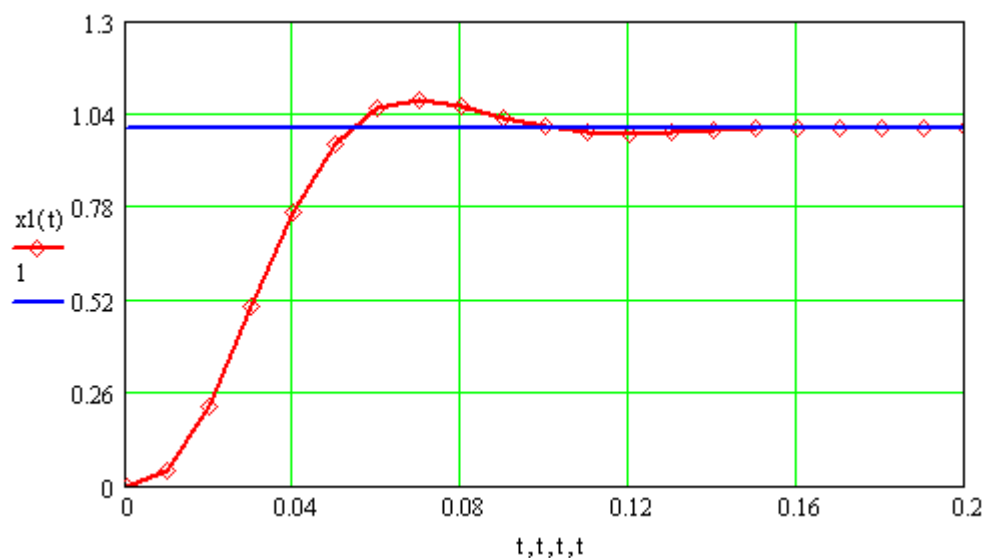


Рис. 2 Переходный процесс на выходе исследуемой системы

Для усовершенствования существующей системы были применены широко распространенные методы исследований при помощи ЭВМ, а именно:

1. Синтез САУ с помощью программного пакета Nonlinear Control Design (NCD) Blockset;
2. Синтез САУ с помощью регулятора состояния.

Для того, чтобы воспользоваться первым методом была разработана структурная схема аналоговой модели с PID-регулятором (рис. 3).

Для синтеза этим методом применяется пакет Nonlinear Control Design (NCD) Blockset. Инструментальный пакет (ИП) Nonlinear Control Design Blockset

(NCD-Blockset) предоставляет графический интерфейс для настройки параметров динамических объектов, обеспечивающих желаемое качество переходных процессов.

В результате синтеза были определены параметры PID – регулятора:  
 $k_p=0,3381$ ;  $k_i=23,9853$ ;  $k_d=0,0043$ ;  $T_d=0,001$ .

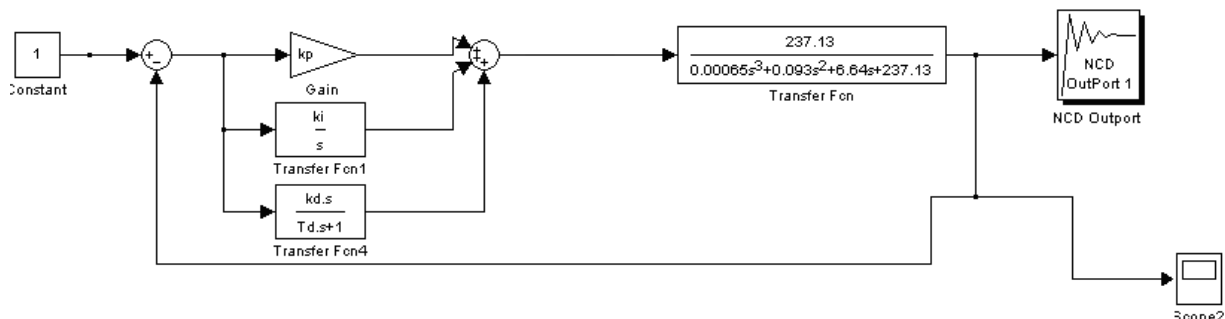


Рис. 3 Структурная схема аналоговой и цифровой моделей с PID – регулятором

По результатам получили переходный процесс без перерегулирования, который завершается за 0,14 секунд (рисунок 5).

Для синтеза исследуемой САУ вторым методом спроектирован динамический регулятор для системы вальцетокарного стана (рисунок 4).

Для того чтобы система имела необходимые для регулирования мощности резания показатели качества, то есть управление велось с минимально возможным перерегулированием и заданным временем регулирования, синтезирован динамический регулятор.

Уравнения эстиматора будут иметь вид:

$$\dot{x}_{1e} = -156.923x_{1e} + x_{2e} + 0.000430$$

$$\dot{x}_{2e} = 12670x_{1e} + x_{3e} - 0.03473$$

$$\dot{x}_{3e} = -583600x_{1e} - 10220x_{2e} - 143.077x_{3e}$$

Для определения неизвестных параметров обратной связи  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  была применена следующая формула:

$A - B*(K_1; K_2; K_3) = A_{ж}$ , где  $A$  – матрица коэффициентов,  $B$  – матрица управления,  $A_{ж}$  – желаемая матрица коэффициентов.

Решив данное уравнение относительно  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  получили:

$$K_1 = -815;$$

$$K_2 = -20;$$

$$K_3 = -30,077.$$

Полученная таким образом система управления имеет удовлетворяющие поставленной задаче показатели. Эстиматор состояния позволил оценить неизмеримые переменные состояния объекта.

По результатам синтеза получили переходный процесс завершающийся за 0,16 секунд и в котором величина перерегулирования уменьшилась на 2% (рисунок 5).

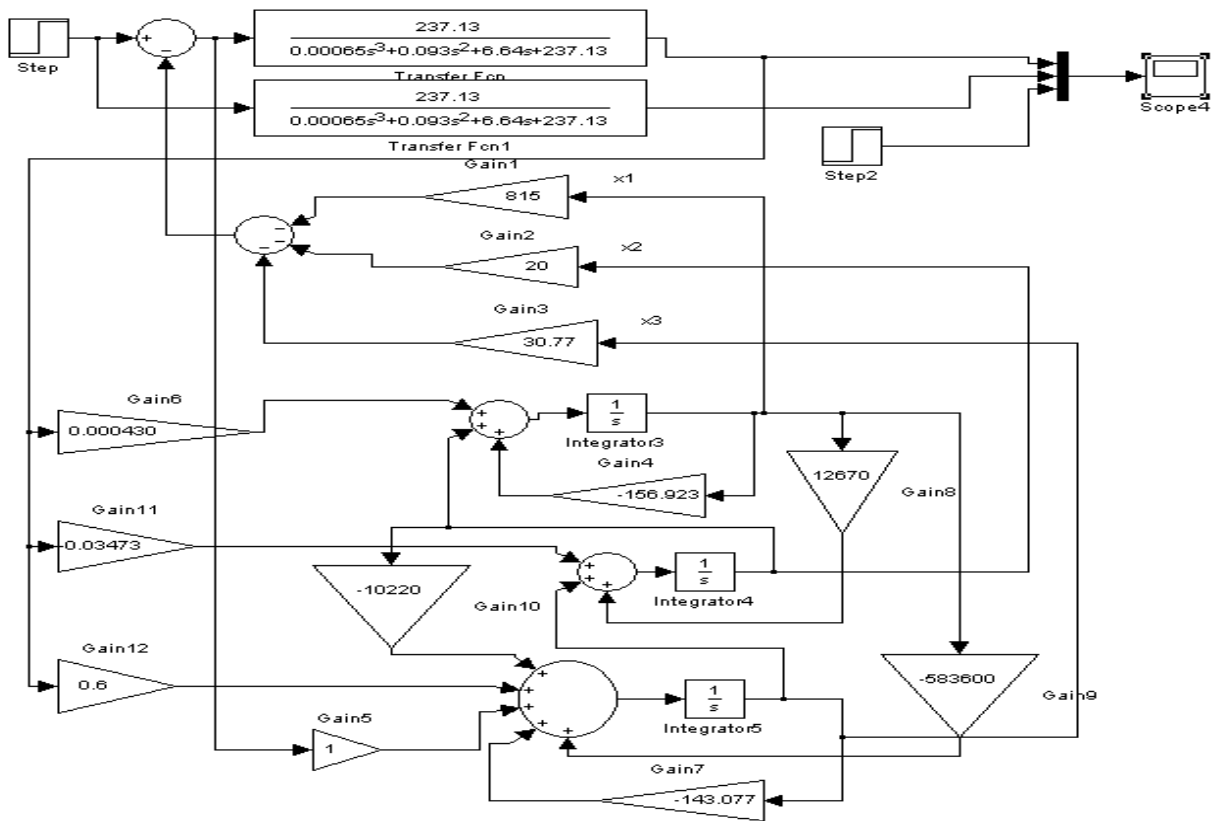


Рис. 4 Структурная схема системы с эстиматором

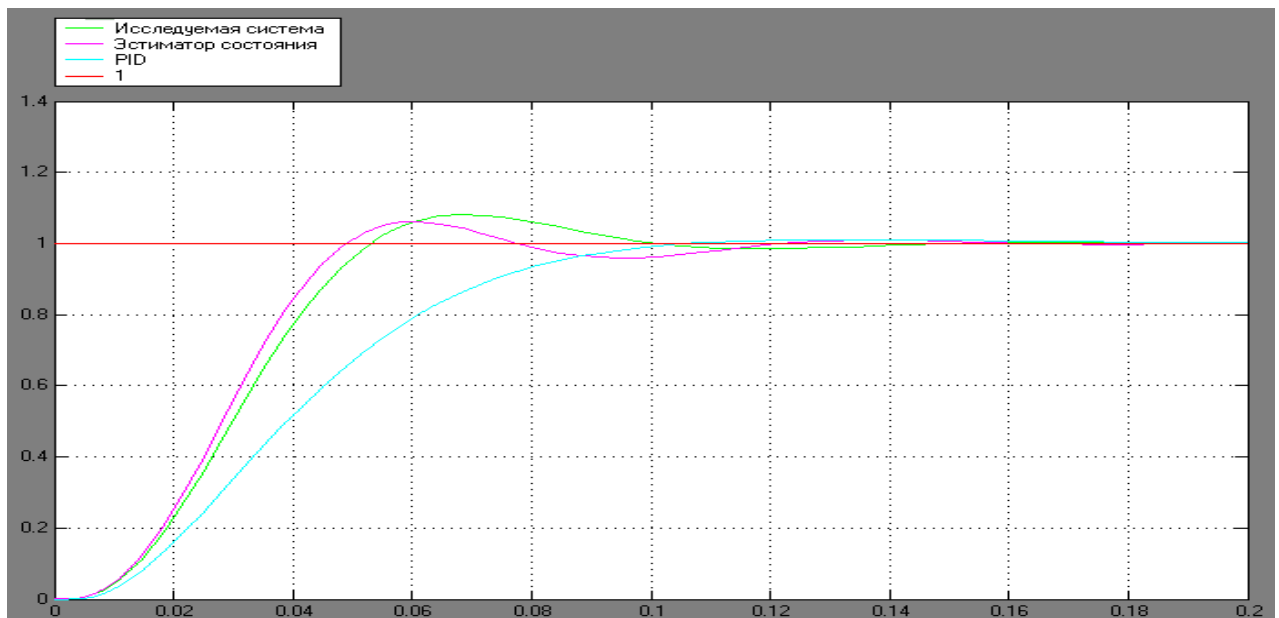


Рис. 5 Сравнительные характеристики

Анализируя полученные характеристики, видим, что наиболее лучшим является синтез системы автоматического управления с помощью

программного пакета Nonlinear Control Design (NCD) Blockset. Время переходного процесса составляет 0,14 секунд, перерегулирование отсутствует.

### **Литература**

1. Шаруда В.Г., Ткачов В.В., Фількін М.П. Методи аналізу і синтезу систем автоматичного керування: Навч. Посіб. – Д., Нац. гірнич. ун-т, 2008.
2. Справочник технолога машиностроителя. В 2<sup>х</sup> томах. Издание перераб. и доп. Под ред. А. Г. Косиловой. – М.: Машиностроение, 2000 г.
3. Вибір елементів реверсивних тиристорних перетворювачів електроп приводів постійного струму. / В.Т. Пілецький. – К.: ІСДО, 1994 г.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ, ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ РУДНОГО КОНЦЕНТРАТА

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Чечелев А.А.**

**Научный руководитель: доц. Трипутень Н.М.**

Процесс сушки концентрата является последним этапом в цепи обезвоживания. Соответственно большая часть себестоимости обогащенного продукта формируется именно здесь. В современных условиях основным топливом является газ. Расход газа достигает около 150 м<sup>3</sup>/ч. Высокое энергопотребление требует усовершенствования методов управления и целью автоматизации режимов работы.

Современные системы управления обеспечивают высокое качество протекания технологических процессов только при соответствующей настройке. Расчет и настройка системы управления, как правило, осуществляется на основе математической или имитационной модели. Качество системы управления зависит от качества идентификации структуры и параметров модели. Таким образом, целью данной работы является исследование методов идентификации параметров объекта.

Рассмотрим изучаемый объект как объект автоматизации.

С точки зрения автоматизации, барабанная сушилка является сложным объектом. Помимо громоздких размеров, барабанная сушилка имеет множество входных параметров, а также большое количество помех.

Большое количество параметров и их взаимосвязь требует рассмотрение данного объекта как многомерного. Это можно доказать, рассмотрев влияние входных воздействий на выходные величины. Например, увеличение массового расхода топлива способствует понижению влажности на выходе сушилки. В то же время, увеличение другого входного параметра - скорость вращения барабана, тоже влияет на изменение влажности. Следовательно, рассматривать эти параметры отдельно не имеет смысла.

В данной работе многомерная система будет описана Р-канонической структурой.

Идентификация объекта будет осуществляться по методу наименьших квадратов. Исходными данными будут являться массивы входных и выходных данных, снятые с объекта.

Суть этого метода состоит в следующем. Исходными данными являются массивы  $\varphi$  и  $\theta$ .  $\varphi$  - это массив входных и выходных данных, а  $\theta$  - это массив коэффициентов  $U_n$  и  $y_n$ . Перемножая эти массивы и сравнивая эти значения со значениям реальной системы, определяем ошибку предсказания. Уменьшая на последующих шагах эту ошибку, постепенно приходим к действительным коэффициентам идентифицируемого объекта.

Показать эффективность этого метода можно на примере. Используем массивы входных и выходных данных объекта. Проведя идентификацию, получим следующий переходный процесс. Для того, чтобы определить точность данного метода, совместим график переходного процесса реального объекта и график переходного процесса идентифицированной модели. Как видно, идентифицированная модель с определенной точностью повторяет поведение объекта. Погрешность идентификации связана с нестационарностью параметров, а также с наличием большого количества возмущающих воздействий. Из этого можно сделать вывод, что данный метод является достаточно эффективным и точным средством для идентификации параметров объекта.

После проведения идентификации многомерного объекта и получения его цифровой модели, появляется возможность синтезировать регулятор. Также эффективным вариантом управления будет синтез формирующего фильтра, который с определенной вероятностью будет предсказывать величину случайной помехи на последующих этапах, которая будет сигналом для регулятора, который сможет минимизировать эти помехи.

# УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ СЧИТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ С МАГНИТНОГО ДИСКА

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

Суглобова Ю.Л.

Научный руководитель: проф. Шаруда В.Г.

Жесткий диск – самый сложный элемент компьютера, так как является электронно-механическим изделием, работающим при больших физических нагрузках. Он является основным накопителем данных в большинстве компьютеров.

На данный момент существует тенденция увеличения скорости записи/чтения информации на магнитный диск. Добиться увеличения скорости считывания можно двумя путями: либо увеличивая плотность записи информации, либо заставляя "блины" винчестера вращаться с большей скоростью. И тот и другой способ имеют свои недостатки. При увеличении скорости вращения шпинделя винчестеры начинают гораздо сильнее греться и становятся более шумными, существует проблема в высокоточном считывании информации с поверхности диска.[1]

Целью данной статьи является рассмотрение возможных алгоритмов управления процессом перемещения считывающей головки при чтении/записи информации на винчестер и выбора наиболее оптимального из них.

Рассмотрим устройство жесткого диска (рис.1(а,б))

а)



б)

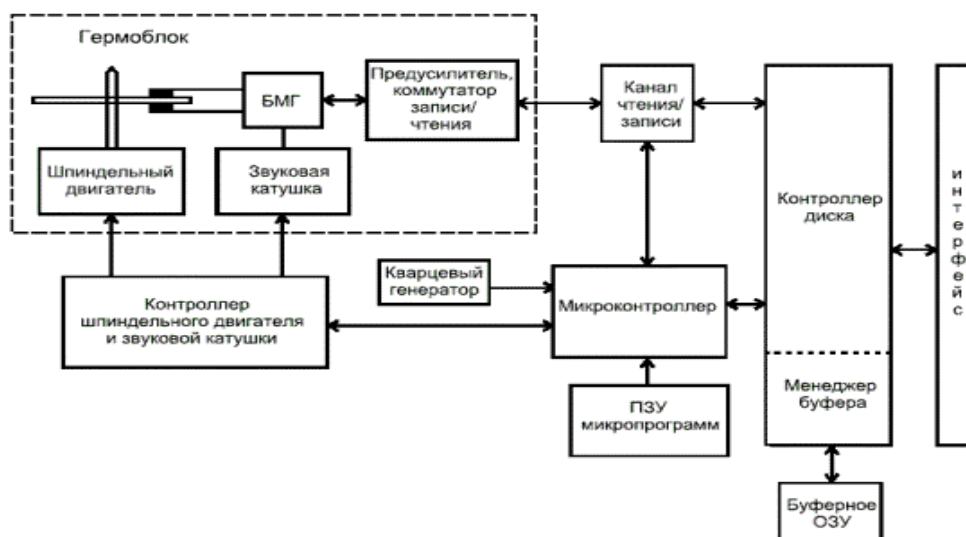


Рис. 1 Конструктивная схема (а) и блок-схема жесткого диска (б)

Типовой винчестер состоит из гермоблока и платы электроники. В гермоблоке расположен шпиндельный двигатель, вращающий пакет из одного или нескольких магнитных дисков, блок магнитных головок (БМГ), управляемый «звуковой катушкой», а также предусилитель/коммутатор чтения/записи. Плата электроники включает в себя: контроллер шпиндельного двигателя и звуковой катушки, управляющий вращением пакета диска и позиционированием головок, канал чтения/записи; микроконтроллер, являющийся "сердцем" винчестера, контроллер диска, отвечающий за обслуживание АТА-интерфейса.[2]

Пакет дисков, смонтированный на оси-шпинделе, приводится в движение специальным двигателем. Шпиндельный двигатель жёсткого диска трёхфазный, что обеспечивает стабильность вращения магнитных дисков, смонтированных на оси двигателя. Статор двигателя содержит три обмотки, включенных «звездой» с отводом посередине, а ротор — постоянный секционный магнит.

С одной из сторон двигателя расположен поворотный позиционер. При поворотах коромысла позиционера головки совершают движение по дуге между центром и периферией дисков. Обмотку позиционера окружает статор, представляющий собой постоянный магнит. При подаче в обмотку тока определенной величины и полярности коромысло начинает поворачиваться в соответствующую сторону с соответствующим ускорением. Динамически изменяя ток в обмотке, можно устанавливать позиционер в любое положение. Такая система привода получила название Voice Coil (звуковая катушка).

Сервопривод магнитных головок позволяет разместить магнитную головку над поверхностью диска в заданной точке с очень высокой точностью. На заводе-изготовителе на диск записываются сервометки, обеспечивающие синхронизацию вращения дисков, позиционирование головок на нужные треки.



Они считываются головками и направляются в блок управления передвижением головок, где они разбираются, чтобы выяснить точную позицию головок. Сервометки на поверхности образуют области в виде радиальных лучей из центра диска, расположенные на равных угловых промежутках. Сервометки содержат синхронизационную последовательность, номер трека и дифференциальные метки. Синхронизационная последовательность обеспечивает стабильность вращения диска и точное определение моментов прохождения головкой различных областей на диске. По номеру трека обеспечивается позиционирование головок на нужный трек.

Плата электроники - съемная, на ней расположены основной процессор винчестера, ПЗУ с программой, рабочее ОЗУ, которое обычно используется и в качестве дискового буфера, цифровой сигнальный процессор для подготовки записываемых и обработки считанных сигналов, и интерфейсная логика. [3]

Целью системы управления является позиционирование считывающей головки на определенной дорожке диска. Переменная, которой нужно управлять с высокой точностью, – это положение считывающей головки, закрепленной на конце рычага.

Диск вращается со скоростью от 18000 до 7200 об/мин, а головка плавает над диском на расстоянии менее 100 нм. Исходное требование к точности позиционирования головки составляет 1 мкм. [4]

Передаточная функция типичного дисковода имеет вид:

$$W_0(p) = \frac{K_m}{p(Jp + b)(Lp + R)}$$

где  $K_m$  – коэффициент передачи двигателя;

$J$  – момент инерции рычага и считывающей головки;

$b$  - коэффициент трения;  $L$  - индуктивность якоря;  $R$  - сопротивление якоря.

Технические требования к системе:

1. переходный процесс в системе при единичном ступенчатом воздействии должен быть монотонным и заканчиваться раньше, чем за 250 мс;
2. полученный по результатам исследования алгоритм управления должен быть представлен в цифровой форме.

Исходная конфигурация системы представлена на рис. 2



Рис. 2 Структурная схема считывающей системы дисковода

$$K_m = 5 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{А};$$

Типичные параметры дисковода:

$$J = 1 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2 / \text{А};$$

$$Ka = 10 - 1000;$$

$$L = 1 \text{ мГн};$$

$$b = 20 \text{ кг} / \text{м} / \text{с};$$

$$R = 1 \text{ Ом}$$

Полагая, что положение считывающей головки определяется точно, можно считать, что передаточная функция датчика  $H(s)=1$ .

Для исследования системы управления используем такие широко используемые структуры, которые определены на рис.3. При этом, цифровую систему будем исследовать по ее аналоговой модели. Для построения автоматической системы, которая отвечала бы заданным требованиям, используем широко распространенные методы исследований с помощью ЭВМ:

- исследование цифровой системы по ее аналоговой модели с использованием корневого годографа (рис. 3,а).

- исследование цифровой системы по ее аналоговой модели, которая обеспечивала бы минимальную среднеквадратичную погрешность. Для этого используем расширение Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab (рис.3,б); [5]

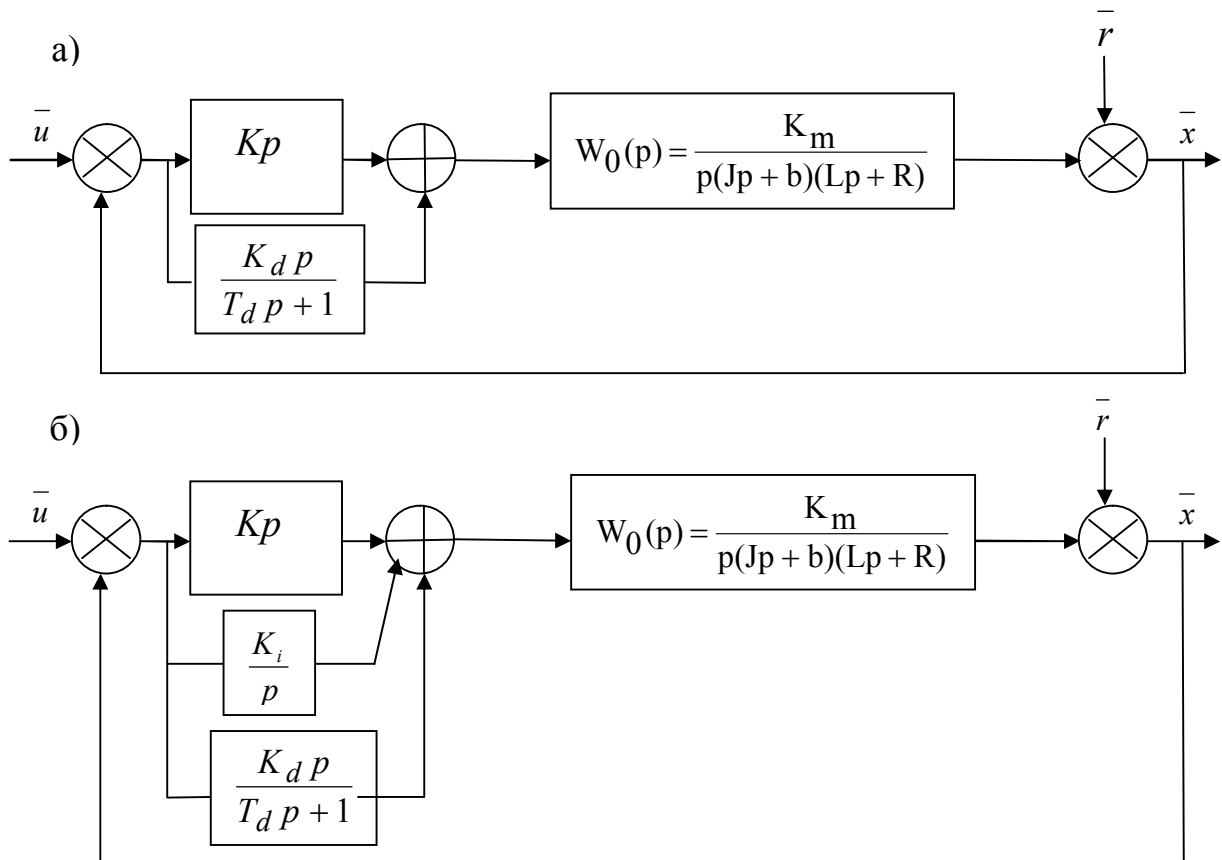


Рис. 3 Исследуемые структурные схемы САУ

Для исследования САУ с помощью корневого годографа возьмем систему с PD-регулятором. Изменяя положение нулей и полюсов системы, получаем приемлемую переходную характеристику (Рис.4), которая показывает, что переходный процесс в системе заканчивается за заданные 250 миллисекунд.

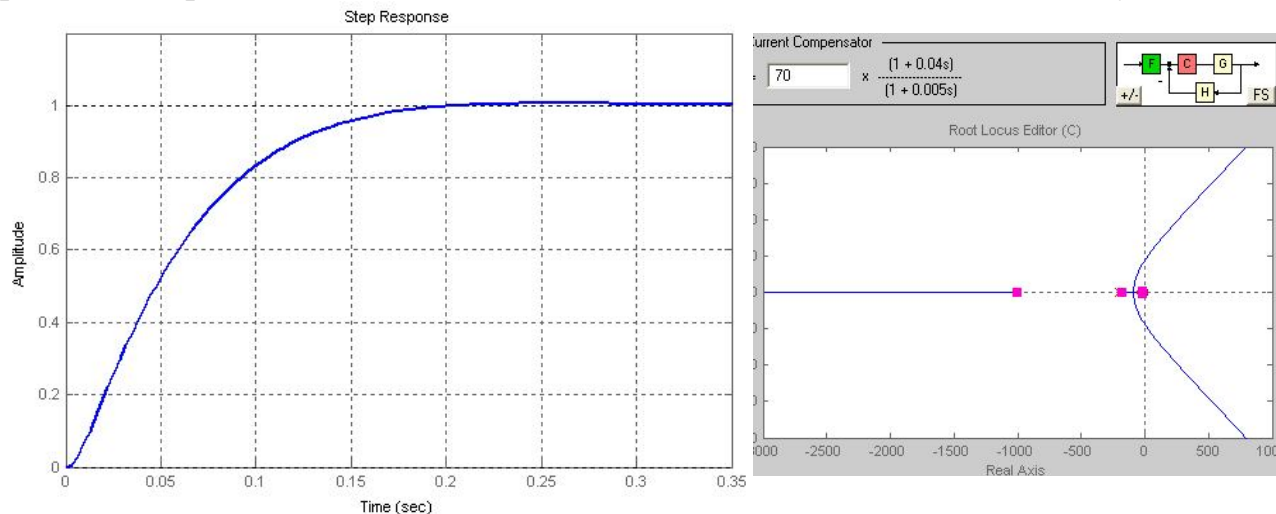


Рис. 4 Результаты исследования САУ з PD-регулятором  
Исходя из данных рис.3,а и рис. 4 определим параметры PD-регулятора

$$Wr(p) = K_p + \frac{K_d p}{T_d p + 1} = \frac{K_p \left( \frac{K_p T_d + K_d}{K_p} p + 1 \right)}{T_d p + 1} = \frac{70(0.04 p + 1)}{0.005 p + 1}$$

В результате имеем:  $K_p = 70; K_d = 2.45; T_d = 0.005, c$ .

Моделируя заданную систему в пакете Simulink с использованием корневого годографа и PD-регулятора с уже найденными параметрами, видно, что кривые переходного совпадают, это свидетельствует о том, что расчет PD – регулятора выполнен верно(рис. 5).

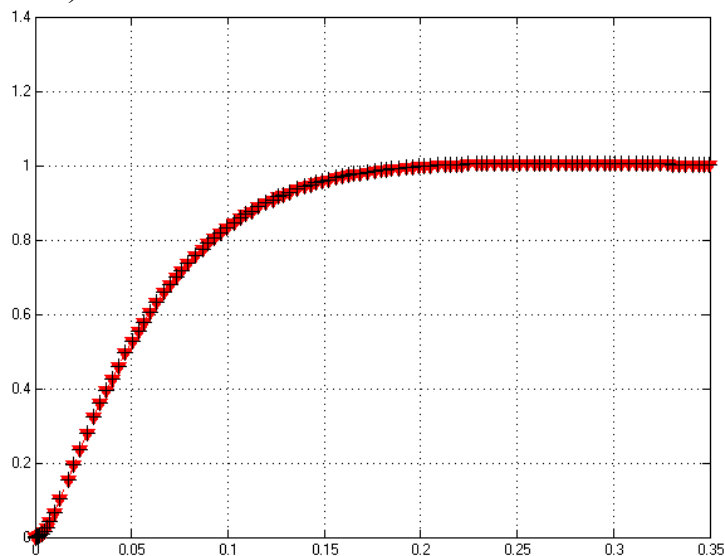


Рис. 5 Переходной процесс в САУ с использованием PD-регулятором

Вспользуемся теперь методикой исследования цифровой системы по ее аналоговой модели, которая обеспечивала бы минимальную

среднеквадратичную погрешность. Для этого используем расширение Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab. С целью увеличения астатизма системы используем PID – регулятор. Структурная схема аналоговой модели системы при этом имеет такой вид (рис. 5):

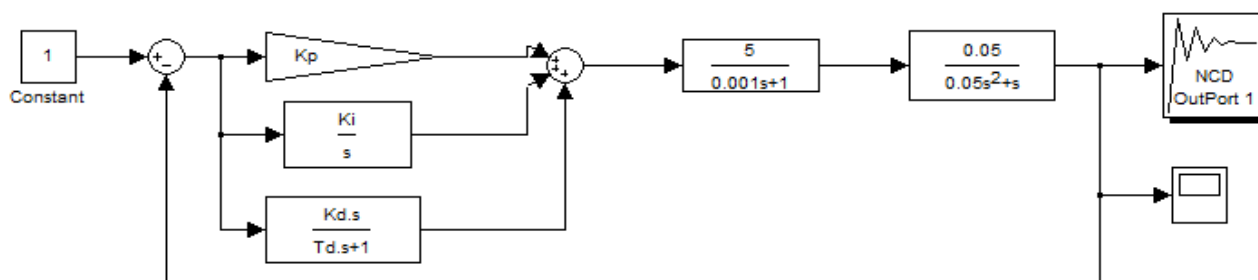


Рис. 6 Структурна схема модели САУ с PID – регулятором

По результатам оптимизации параметров имеем следующие параметры PID – регулятора

$$K_p = 217.8; K_i = 1; K_d = 10; T_d = 0.0057.$$

Для сравнения результатов выполненных исследований приводим структурную схему и все полученные графики переходных процессов в одной системе координат (Рис. 7(а,б)).

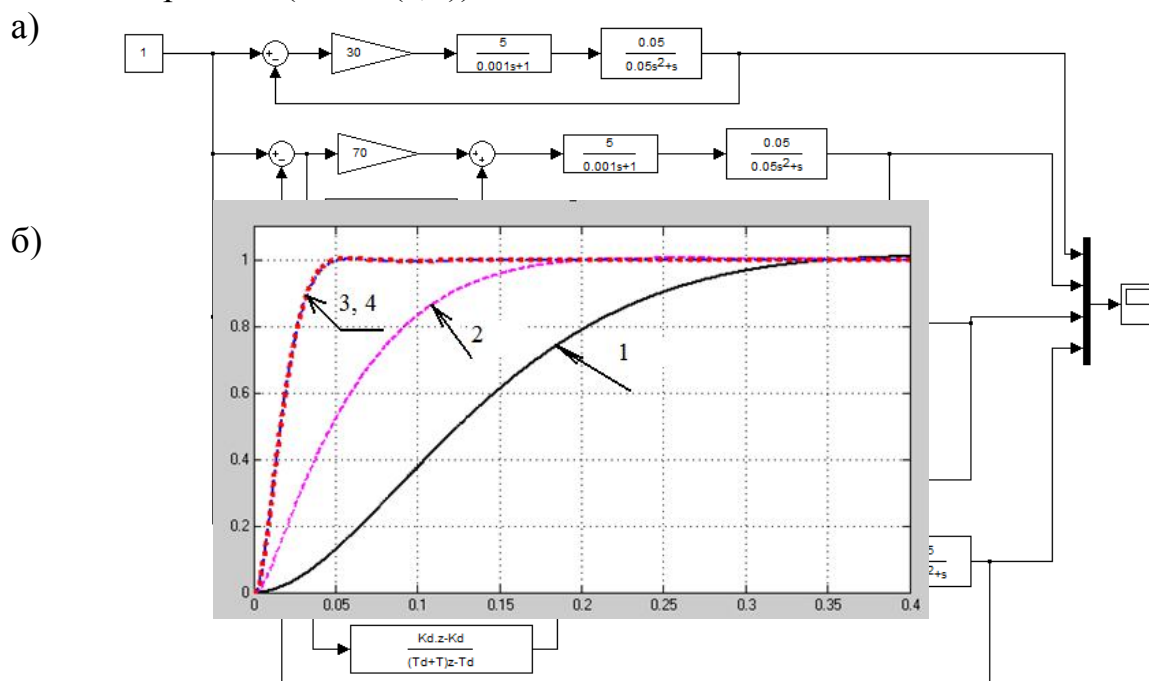


Рис. 7 Сравнение результатов исследования

На рис. 7 принятым обозначениям соответствуют такие графики:

- 1 – переходный процесс в аналоговой модели без регулятора;
- 2 – переходный процесс в аналоговой модели с PD – регулятором;
- 3,4 – переходные процессы в непрерывной и цифровой моделях с PID – регулятором;

Как видим, для данного случая наиболее приемлемым является использование PID – регулятора (график переходного процесса 3 и 4). В этом случае наиболее полно выполняется задание поставленной задачи.

Выполнив синтез заданной САУ, можно сделать следующие выводы:

1. Во всех 3-х случаях при принятых параметрах при единичном ступенчатом воздействии был получен монотонный переходный процесс.

2. Показатели качества системы с использованием PID – регулятора :

- время переходного процесса 50 мс;
- величина перерегулирования 0%;
- установившаяся ошибка равна нулю (система астатическая);

3. Кривые переходного процесса аналоговой и цифровой модели PID – регулятора совпадают, что свидетельствует о правильности выполнения расчета регулятора.

Новизна данного исследования заключается в том, что данная модель объекта управления впервые была синтезирована с помощью пакета Matlab, а полученные результаты имеют практическую значимость для дальнейшего совершенствования работы жесткого диска.

## Литература

1. Будущее накопителей информации. Тенденции развития магнитных накопителей информации. [Электронный ресурс] / А.И. Смирнов, И.В. Марциновский / Журнал – 2010. – С. 40. – Режим доступа к журналу.: <http://www.comprice.ru>

2. Винчестер, как один из самых важных компонентов компьютера. [Электронный ресурс] / А.Д. Рубцов / Статья. – с. 2. – Режим доступа к журналу.: [http://spas-info.ru/articles/page=08\\_hdd](http://spas-info.ru/articles/page=08_hdd)

3. Принципы записи и считывания информации на магнитных носителях. [Электронный ресурс] / В. В. Кадымов / Статья. – Режим доступа к статье.: <http://compblog.ilc.edu.ru/blog/99.html>

4. Дорф Р. Современные системы управления / Дорф Р., Бишоп Р.; пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.: ил.

5. Шаруда В.Г. Методы анализа и синтеза систем автоматического управления: Науч. пособие / Шаруда В.Г., Ткачев В.В., Филькин М.П. – Д.: Нац. горн. ун-т, 2008. – 543 с.

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШИЛЬНОГО АГРЕГАТА НА ВОЛЬНОГОРСКОМ ГОКе ЗА СЧЕТ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНЦЕНТРАТА НА ВЫХОДЕ БАРАБАНА СУШИЛКИ

*ГВУЗ «Национальный горный университет»*

**Кудрявцева А.Н.**

**Научный руководитель: доц. Пушкарь М.С.**

Развитие предприятий по производству концентратов требует комплексного подхода к их переработке. Переработка концентратов за короткое время с сохранением высокого качества дает значительный экономический эффект. Обеспечить выполнение таких условий можно посредством совершенствования традиционных технологий. Одним из основных способов переработки сырья является сушка, отвечающая требованиям: высокое качество продукции, низкое энергопотребление производства и доступная стоимость готовой продукции [1].

В недавнее время контроль и управление технологической операции поддержания температуры на выходе барабана сушилки осуществлялся частично. Контроль температуры велся с помощью морально устаревших приборов КИПиА.

Проблема состояла в том, что приборы имели большую погрешность измерений, из-за этого осложнялся контроль за температурой на выходе барабана сушилки, что приводило к ухудшению качества продукта. Вследствие этого снижалась производительность, повышалась себестоимость продукта. Поэтому мы предлагаем эту технологическую операцию автоматизировать с помощью промышленного контроллера АГАВА 6432.10 со встроенным ПИД-регулятором и стационарного бесконтактного ИК-пирометра Термоскоп-200.

Целью исследования является определение динамических свойств системы автоматического управления поддержания температуры концентрата на выходе барабана сушилки.

В ходе исследования были решены следующие задачи:

1. анализ барабанной сушилки как объекта управления;
2. определение динамической модели объекта управления второго порядка по экспериментальной кривой переходного процесса;
3. синтез регулятора объекта управления с использованием расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab;
4. синтез регулятора ОУ с помощью корневого годографа при использовании пакета Matlab.

Исходными данными являлись материалы преддипломной практики, а также литературные источники.

Сушка — это процесс удаления влаги из твердого или пастообразного материала путем испарения содержащейся в нем жидкости за счет подведенного к материалу тепла. Целью сушки является улучшение качества материала (снижение его объемной массы, повышение прочности) и, в связи с этим, увеличение возможностей его использования [1].

Технологию сушки рассмотрим по конструкции сушильного барабана (рис.1).

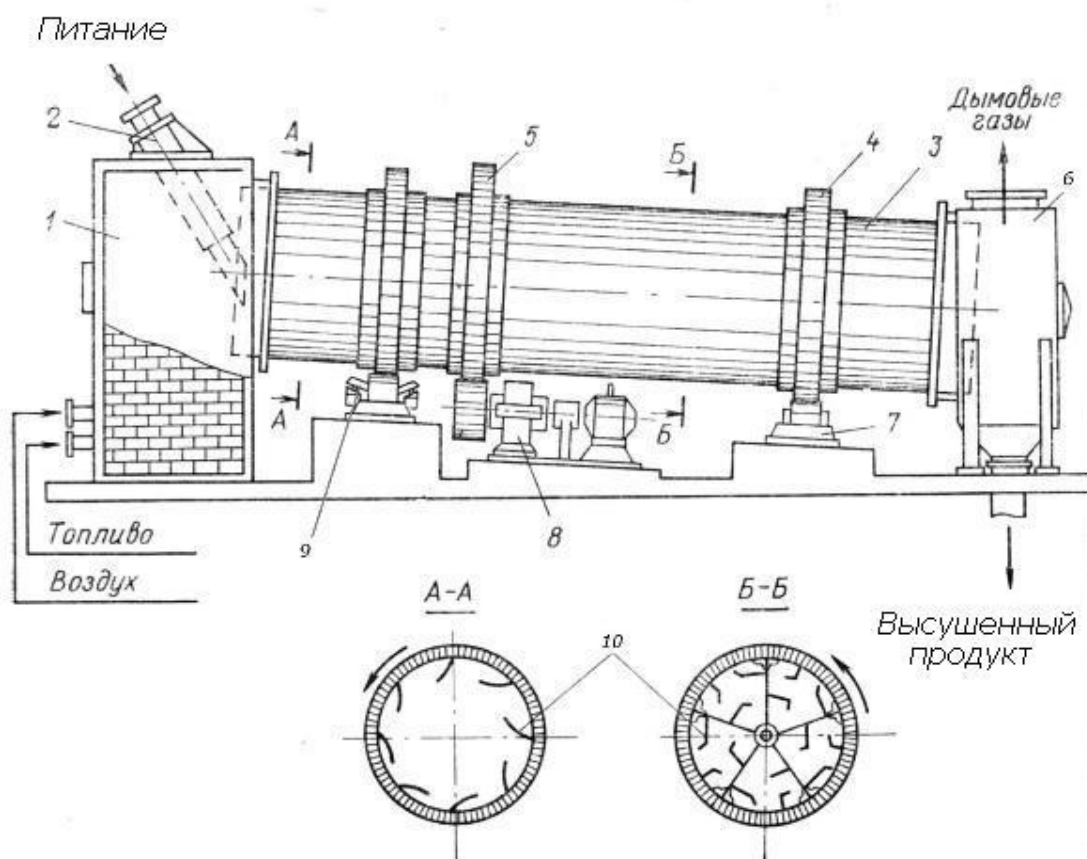


Рис. 1 Конструкция сушильного барабана

Влажный материал (кек) с вакуум-филтра подается в загрузку сушильного барабана 2. Под воздействием вращения барабана 3 при помощи лопастей 10, расположенных внутри него, происходит перемешивание материала и его взаимодействие с потоком сгоревшего в топке 1 природного газа (теплоносителя), в результате чего с поверхности материала испаряется влага и материал высушивается. За счет угла наклона оси барабана к горизонтали высушенный материал постепенно перемещается к разгрузке 6.

Вращение барабана осуществляется электродвигателем через приводной механизм 8 и венцевую шестерню 5. Сам барабан опирается бандажными кольцами 4 на опорные ролики 7. Для предотвращения сползания барабана в сторону разгрузки (обусловленного углом наклона барабана) устанавливается упорный ролик 9( на рисунке 1.1 показан условно).

Сушка концентрата осуществляется в вращающихся сушильных барабанах теплоносителем с температурой до 1000 градусов, получаемым при сжигании природного газа с добавлением вторичного воздуха на разбавление. Для получения качественного продукта, температура концентрата на выходе сушилки не должна превышать 100С.

В качестве исходных данных объекта управления была использована экспериментальная кривая переходного процесса температуры концентрата на выходе барабана сушилки (рис.2) [3].

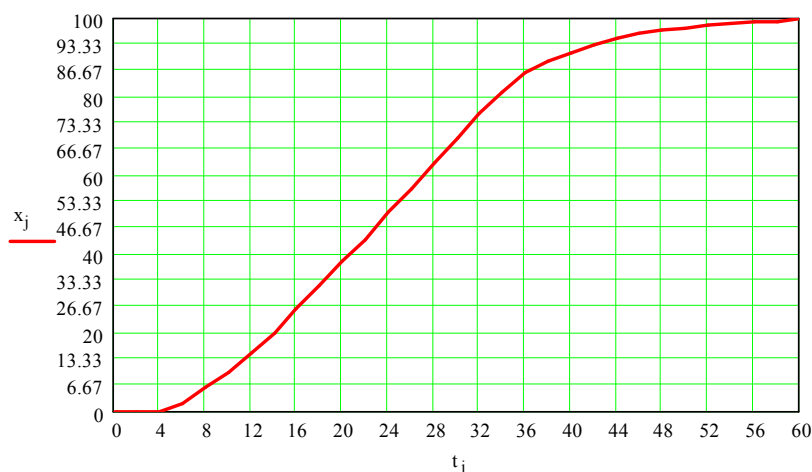


Рис. 2 График экспериментальной кривой переходного процесса температуры концентрата на выходе барабана сушилки

Для идентификации объекта был использован метод площадей, который был реализован в пакете MathCAD. Переходный процесс сушки имеет запаздывание. Чтобы воспользоваться методом площадей, для начала была исключена из графика величина запаздывания  $\tau = 4, c$ .

Далее согласно графику были определены параметры объекта управления  $b_1$  та  $b_2$  методом площадей. В результате была записана передаточная функция модели объекта с учетом запаздывания:

$$W_0(p) = \frac{k \text{ mod } e^{-4p}}{146.516p^2 + 20.42p + 1}$$

Сравним переходные характеристики реальной модели и экспериментальной кривой переходного процесса.

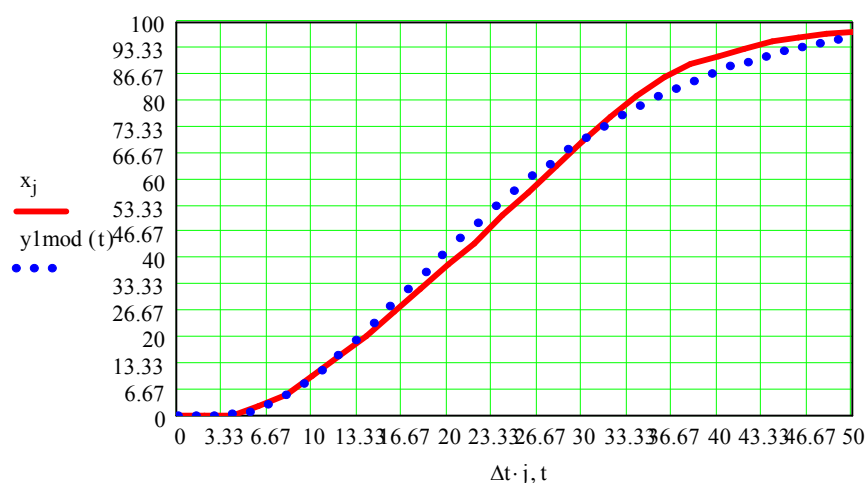


Рис. 3 Сравнение переходной характеристики реальной модели и экспериментальной кривой переходного процесса

В результате исследования был получен график в относительных координатах.



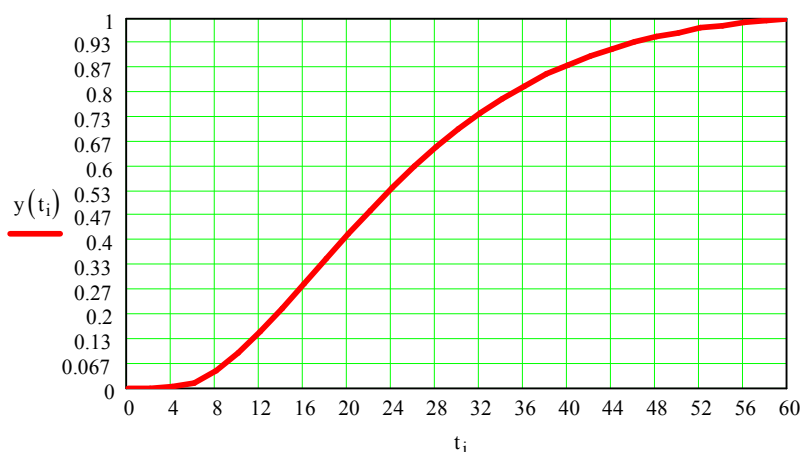


Рис. 4 Переходная характеристика в относительных координатах

К системе были предъявлены следующие требования:

- погрешность при единичном ступенчатом входном воздействии должна нулевой;
- переходный процесс должен быть близким к монотонному;
- время переходного процесса должно быть меньше 60с;
- автоматическая система должна быть цифровой.

Для построения автоматической системы, которая соответствовала бы заданным требованиям, использовались широко распространенные методы исследований при помощи ЭВМ:

- синтез регулятора цифровой системы по ее аналоговой модели с помощью расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab;

- синтез регулятора цифровой системы по ее аналоговой модели при помощи корневого годографа.

С учетом того, что в случае данного объекта второго порядка монотонный переходный процесс может быть обеспечен при использовании PID – алгоритма управления, составим структурную схему цифровой и аналоговой автоматической системы с этим алгоритмом (рис.5) [2].

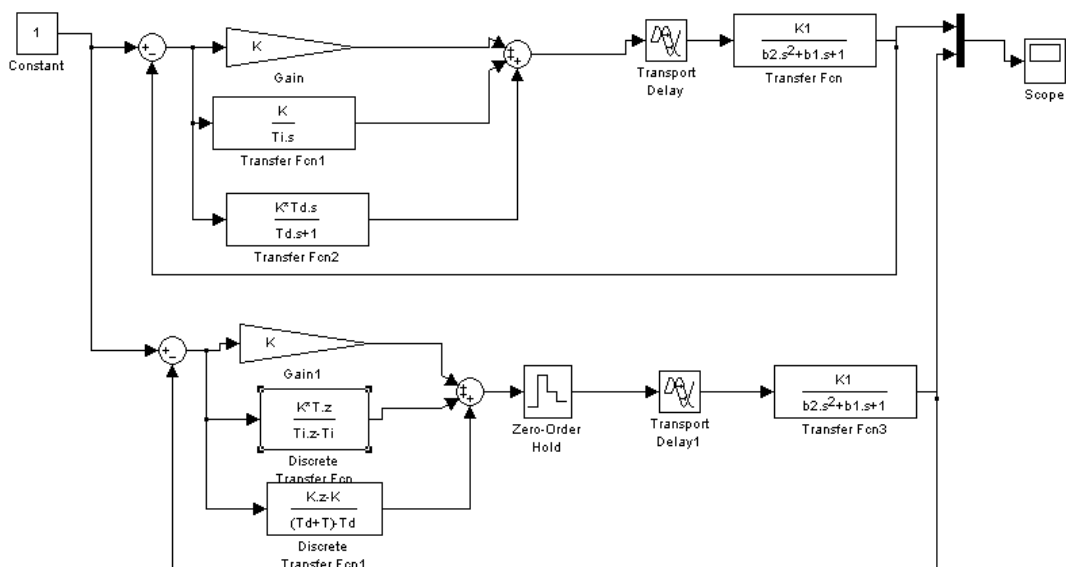


Рис. 5 Структурная схема САУ с PID – регулятором

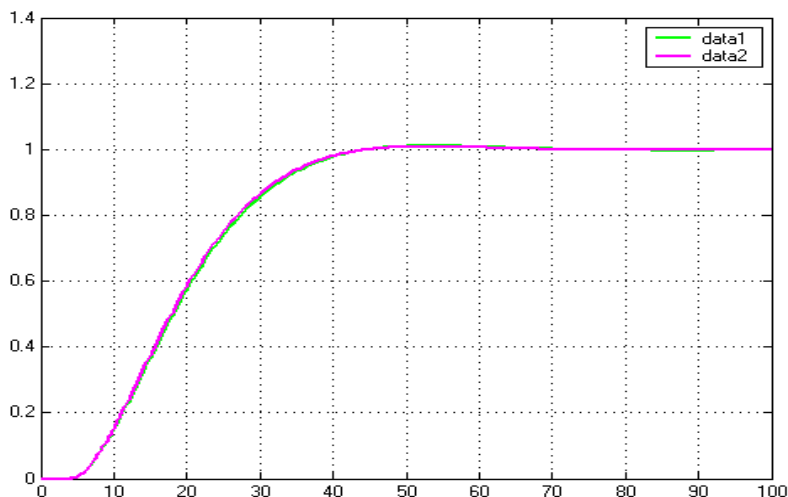


Рис. 6 Сравнительные переходные характеристика исследуемой САУ

В результате синтеза регулятора цифровой системы по ее аналоговой модели с помощью расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab определенные в результате оптимизации параметры PID – регулятора таковы:

$$K_p=0.0199; K_i=0.0010; K_d=0.1404; T_d=0.5.$$

По результатам исследования переходный процесс почти монотонный, который заканчивается менее чем за 30с.

При исследовании системы при помощи корневого годографа пакета Matlab в результате синтеза имеем такую передаточную функцию закона управления:

$$W_{reg}(p) = \frac{0.04(10p+1)(6.7p+1)}{p(1.3p+1)}$$

Сравним исследования при помощи синтеза с использованием расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab и корневого годографа.

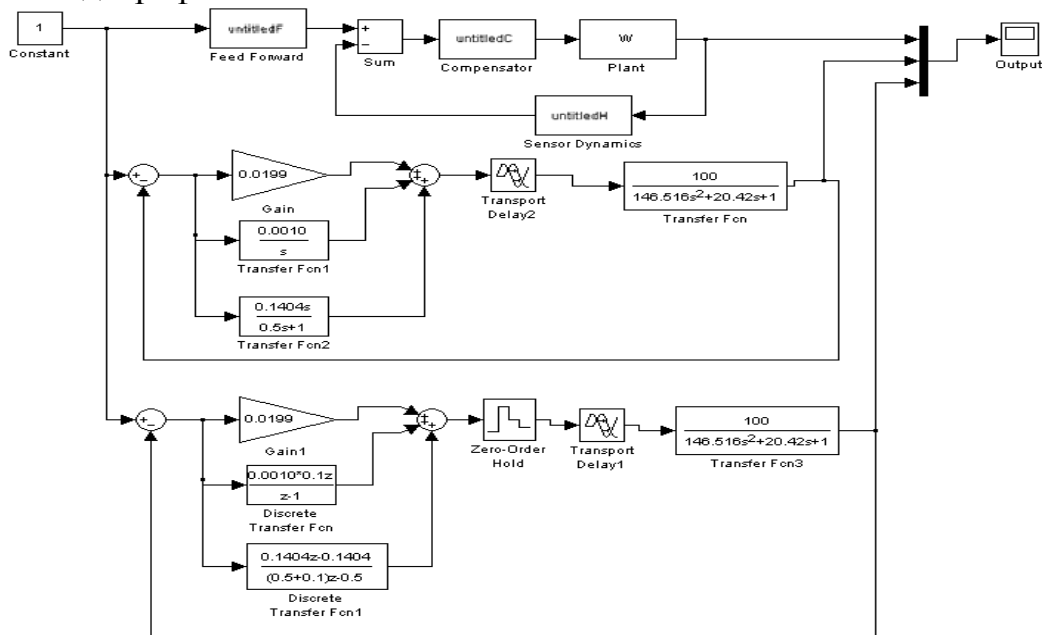


Рис. 7 Структурные схемы для моделирования САУ

В результате моделирования систем получим сравнительные переходные характеристики исследуемой САУ.

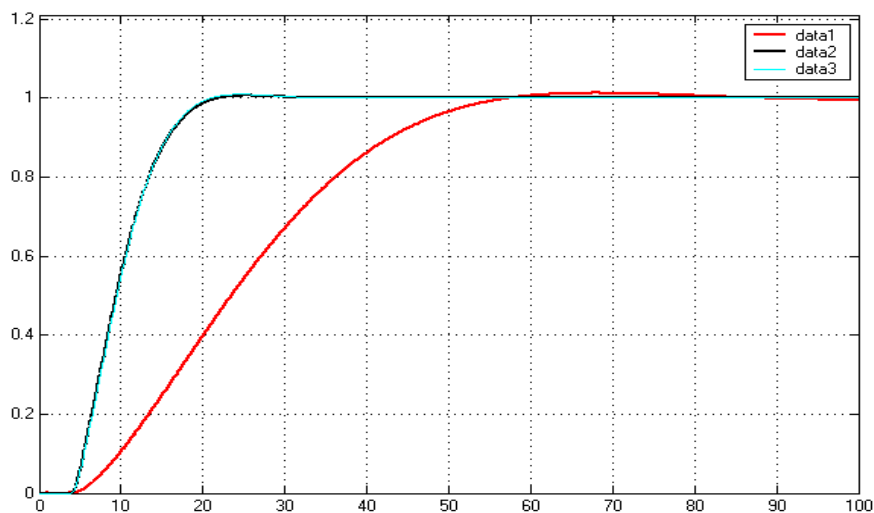


Рис. 8 Сравнительные переходные характеристики исследуемой САУ

Data1 - Результаты синтеза параметров PID – регулятора при помощи корневого годографа;

Data2 - Результаты синтеза параметров PID – регулятора при помощи расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab для аналоговой системы;

Data3- Результаты синтеза параметров PID – регулятора при помощи расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset стандартного пакета Matlab для цифровой системы;

В результате исследования с применением различных методов построения автоматической системы можно сделать следующие выводы:

- при исследовании системы с помощью расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset мы получили процесс более приближенный к монотонному;

- погрешность при единичном ступенчатом входном воздействии нулевая;

- время переходного процесса менее 30с.

При исследовании системы с помощью расширения Nonlinear Control Design (NCD) Blockset система соответствует всем предъявленным требованиям. Следовательно, данный метод более эффективен.

### Литература

1. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности, 1970. - 429с.
2. Шаруда В.Г., Ткачов В.В., Фількін М.П. Методи аналізу і синтезу систем автоматичного керування: Навч. Посіб. – Д., Нац. гірнич. ун-т, 2008. – 543 с.
3. [http://ivdon.ru/uploaddir/articles.126.big\\_image.doc](http://ivdon.ru/uploaddir/articles.126.big_image.doc)

# З М І С Т

## Електротехніка та електромеханіка

<b>Лавренова Н.С.</b> Работа Мини-ТЭЦ с паровой винтовой машиной на твердых бытовых отходах	4
<b>Хворостяной Н.Н.</b> Гибридные силовые установки	7
<b>Мойсак М.Д.</b> Синхронный двигатель с постоянными магнитами	10

## Геологія

<b>Козий Е.С.</b> Классификация солянокупольных структур Днепровско-Донецкой впадины и связанных с ними ловушек нефти и газа	14
<b>Коваленко Э.Д.</b> Поисковые геологические критерии и признаки при поисках некоторых полезных ископаемых	15
<b>Бдуленко Д.Е.</b> Использование методов косвенной оценки физико-механических свойств по данным геофизических измерений в скважинах	16

## Транспортні системи і технології

<b>Лубенец Т.Н.</b> Учет интенсивности движения поезда в период подготовки тормозов к действию	18
<b>Берёзкин И.И.</b> Совершенствование приводных шкивов шахтных канатных дорог	19
<b>Новосельцев В.В.</b> Влияние геометрии рельсового пути на сопротивление движению рельсового транспорта	20
<b>Лубенец Т.Н.</b> Определение влияния массы ленты конвейера на реализуемое тяговое усилие	21

## **Гірництво**

<b>Филиппева Е.В.</b> Перспективы разработки сланцевого газа в Украине	23
<b>Чернявский Д.С.</b> Утилизация шахтного метана в Германии	24
<b>Василенко Е.А., Манукян Э.С.</b> Перспективы извлечения и утилизации метана на угольных шахтах Украины	25

## **Автоматизація комп'ютерних систем**

<b>Жикина А.С.</b> Усовершенствование алгоритма автоматического управления процессом измельчения марганцевой руды	27
<b>Кузина Ю.Ю.</b> Повышение эффективности механической обработки крупногабаритных валов на вальцетокарном станке за счет стабилизации мощности резания	32
<b>Чечелев А.А.</b> Моделирование, выбор и обоснование эффективных параметров компьютерной системы управления процессом сушки рудного концентрата	37
<b>Суглобова Ю.Л.</b> Усовершенствование работы системы считывания информации с магнитного диска	39
<b>Кудрявцева А.Н.</b> Повышение эффективности сушильного агрегата на Вольногорском ГОКе за счет стабилизации температуры концентрата на выходе барабана сушиллки	46

**Тиждень студентської науки – 2011:** Матеріали студентської науково-технічної конференції 2011 р. – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2011. – 55 с.

***Редакційна колегія:***

О.С. Бешта (голова)

Р.О. Дичковський

С.В. Шевченко

К.В. Анісімова

Н.М. Вершиніна

Підготовлено в електронному вигляді  
в Державному вищому навчальному закладі  
«Національний гірничий університет».

49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.