UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал
Издается ежемесячно с декабря 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: технические науки

Выпуск: 3(72)

Март 2020

Часть 1

Москва
2020

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсutowич, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

Звездина Марина Юрьевна, д-р. физ.-мат. наук;

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 3(72). Часть 1. М., Изд. «МЦНО», 2020. – 76 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/372>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.72.3-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

Содержание

Авиационная и ракетно-космическая техника	5
АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫНУЖДЕННОЙ ПОСАДКИ ПРИ ОТКАЗЕ ОДНОГО И ДВУХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНЕ АЭРОДРОМА БЕЗ ПРОБЕГА	5
Васильев Пётр Викторович Петровский Сергей Петрович Панков Владислав Владимирович	
Безопасность деятельности человека	9
ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ ПОСЁЛКОВ И ГОРОДОВ	9
Махмудова Икбол Мухамеджановна	
ШЕСТЬ СИГМА КАК ДВИЖЕНИЕ, КОТОРОЕ ДОЛЖНО БЫТЬ ВНЕДРЕНО В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОМПАНИИ.	13
Мирзаев Миродил Абдулла угли Холматов Тимур Игоревич Маликова Камила Махамат Марселевна	
Информатика, вычислительная техника и управление	16
УПРАВЛЕНИЕ МНОГОСТАДИЙНЫМИ ПРОЦЕССАМИ ПУТЁМ ОПТИМИЗАЦИИ ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ СИСТЕМЫ	16
Каримов Жасур Хасанович Фозилов Иброхим Рахимович	
ВСТРОЕННЫЕ СИСТЕМЫ ARDUINO СТРЕМЯТСЯ ОБЕЗОПАСИТЬ IOT С ПЛАТФОРМОЙ DEV	21
Кодиров Элмурод Солижон угли Умаров Хусниддин Турдали угли Мухаммаджонов Хожиакбар Зафаржон угли	
АДАПТИВНО НЕЧЕТКОЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	24
Усманов Комил Исроилович Сарболаев Фаррухбек Набиевич Исломова Фарида Камилджановна Якубова Ноилахон Собирджановна	
Машиностроение и машиноведение	29
РАСЧЕТ И ВЫБОР ТОЛЩИНЫ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБ	29
Мамасалиева Мукаддас Ибадуллаевна	
ОБОСНОВАНИЕ ТИПА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО БАРАБАНА КЕНАФУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КУ – 0,2	33
Игамбердиев Холмурод Хайдарович Абдурахманов Азизжон Махмуджон угли	
ДИНАМИКА ТРАНСМИССИИ ХЛОПКОУБОРОЧНОГО АГРЕГАТА	36
Ахмеджанов Юсуф Аббасович	
ВИБРАТОР БЕСШПИНДЕЛЬНОГО ХЛОПКОУБОРОЧНОГО АППАРАТА И ОПТИМИЗАЦИЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ	40
Урунов Абдухалил Маджидович	
Металлургия и материаловедение	43
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЯТИОКИСИ ВАНАДИЯ ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ	43
Хасанов Абдурашид Солиевич Вохидов Бахриддин Рахмидинович Мамараимов Гайрат Фарходович	
ВЛИЯНИЕ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ	48
Нугманов Икром Нугманович Бобоев Хамза Хамидуллаевич Тоштемиров Камол Кахрамонович	

Процессы и машины агроинженерных систем	53
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧЕСА ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ОЧЕСЫВАТЕЛЯ ДЛЯ ОЧЕСА ЗЕЛЕННЫХ ЛИСТЬЕВ И КОРОБОЧЕК КЕНАФА Игамбердиев Холмурод Хайдарович Абдурахманов Азизжон Махмуджон угли	53
Радиотехника и связь	56
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ- IP ПРИ ПЕРЕДАЧЕ РЕДКОСЛЕДУЮЩЕГО ПОТОКА ДАННЫХ Халиков Абдульхак Абдульхаирович Ураков Олимжон Хикматуллоевич	56
Транспорт	62
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОХРАННОСТЬ КАЧЕСТВА ПЛОДООВОЩЕЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ Турсунходжаева Рашида Юсупжановна	62
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СТАНДАРТИЗОВАННОГО ЕЗДОВОГО ЦИКЛА Зияев Комолиддин Зухритдинович	68
АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ СНАБЖЕНИЯ АВТОБУСОВ ISUZU, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В г. ТАШКЕНТЕ Мамасалиева Мукаддас Ибадуллаевна Худойбердиев Муҳаммад Солиҳ Авлоқул ўғли Ҳайдаров Давронжон Мансуржон ўғли	71

АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА**АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ
ВЫНУЖДЕННОЙ ПОСАДКИ ПРИ ОТКАЗЕ ОДНОГО И ДВУХ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНЕ АЭРОДРОМА БЕЗ ПРОБЕГА****Васильев Пётр Викторович**

доцент кафедры №6 аэродинамики и динамики полёта вертолёта филиала ВУНЦ ВВС ВВА в г. Сызрани,
РФ, Самарская обл. г. Сызрань
E-mail: Petr0107Vasilev@yandex.ru

Петровский Сергей Петрович

ст. преп. кафедры №6 аэродинамики и динамики полёта вертолёта филиала ВУНЦ ВВС ВВА в г. Сызрани,
РФ, Самарская обл. г. Сызрань
E-mail: petrovskij.s.p@mail.ru

Панков Владислав Владимирович

преподаватель кафедры №6 аэродинамики и динамики полёта вертолёта
филиала ВУНЦ ВВС ВВА в г. Сызрани,
РФ, Самарская обл. г. Сызрань
E-mail: pankov.v.v@mail.ru

**AERODYNAMIC SUBSTANTIATION OF NECESSITY OF PERFORMANCE
OF THE EMERGENCY LANDING AT REFUSAL OF ONE AND TWO ENGINES OUT
OF AIRDROME WITHOUT RUN****Peter Vasilev**

The senior lecturer of chair of №6 aerodynamics and dynamics of flight of the helicopter
of branch VUNTS of Air Forces BBA in Syzran,
Russia, The Samara region Syzran

Sergey Petrovsky

The senior teacher of chair of №6 aerodynamics and dynamics of flight of the helicopter
of branch VUNTS of Air Forces BBA in Syzran,
Russia, The Samara region Syzran

Vladislav Pankov

The teacher of chair of №6 aerodynamics and dynamics of flight of the helicopter of branch VUNTS
of Air Forces BBA in Syzran,
Russia, The Samara region Syzran

АННОТАЦИЯ

Многолетний опыт эксплуатации отечественных вертолетов показывает, что отказ двух двигателей в полете происходит редко, но последствия данных отказов практически во всех случаях катастрофические. Боевой опыт применения вертолетов в Афганистане, Таджикистане, Северном Кавказе и сейчас в Сирии, а также случаи самовыключения двигателей при полетах в условиях обледенения, ливневых осадках, в результате неграмотных действий экипажа с оборудованием кабины показывает, что у летного состава отсутствует навык выполнения посадки на РСНВ на различные площадки, подобранные с воздуха. В этом случае нет единой методики выполнения данного вида посадки, а изложенный в РЛЭ порядок действий при отказе двух двигателей не является приемлемым в зависимости от условий полета.

ABSTRACT

The long-term operating experience of domestic helicopters shows that the failure of two engines in flight happens seldom, but consequences of these refusals practically in all cases catastrophic. Fighting experience of use of helicopters in Afghanistan, Tajikistan, the North Caucasus and now in Syria, and also cases of self-switching off of engines when

flying in the conditions of frosting, showers, as a result of illiterate actions of crew with an inventory of a cabin shows that the flight personnel has no skill of realization of landing to RSNV on various platforms which are picked up from air. In this case there is no uniform technique of realization of landing of this type, and the operations procedure explained in RLE at failure of two engines not always is acceptable depending on flight conditions.

Ключевые слова: вертолет, отказ двигателей, вынужденная посадка, режим самовращения.

Keywords: The helicopter, refusal of engines, emergency landing, self-rotation mode.

В РЛЭ (руководство по лётной эксплуатации) не указаны случаи действий экипажа при отказах трансмиссии вертолета (отказ РВ (рулевого винта), привода РВ и т.д.). Ведь в этих случаях необходимость сознательного выключения двигателей актуальна. И другого способа уменьшения $M_{РВ}$ (момент реактивный от несущего винта) практически нет.

Неожиданное выключение двигателей в полете во всех случаях приводит к поздней реакции летчика на воздушную ситуацию. Его моторика начнет работать лишь по истечению некоторого времени, и оно будет зависеть как от теоретических знаний действий в особых случаях, так и от натренированности экипажа.

Главное в этом случае энергичное уменьшение (сброс) РОШ_{НВ} (рычаг общего шага несущего винта) до минимального, с одновременным переходом вертолета на $V_{ЭК}$ (экономическая скорость полёта). Далее необходимо выполнить быстрый поиск (подбор) площадки для вынужденной посадки и выполнение доворота вертолета против ветра. Возможно так же выполнение посадки и со встречно – боковым ветром справа. Это поможет экипажу бороться с $M_{увл}$ (увлекающий момент от несущего винта) от НВ (несущий винт). При этом летчик должен действовать в максимально ограниченном диапазоне времени.

(Пример: при отказе двух двигателей на $H=300$ м (высота полёта) до посадки вертолета остается всего 30-35 сек со средней $V_{усп}=9-10$ м/с (вертикальная скорость снижения)).

В данной ситуации для экипажа главным считается подбор благоприятной площадки для выполнения посадки на РСНВ (режим самовращения несущего винта). В процессе снижения на РСНВ до 70-80% внимания уделять внекабинному пространству (площадке), остальную информацию о H , V , (высота, скорость полёта) необходимо получать от штурмана, шт. оператора (главное это высота).

Во всех случаях вынужденную посадку на РСНВ на подобранную площадку необходимо выполнять без пробега с подрывом ОШ_{НВ}. Техника выполнения данной посадки представляет определенную сложность для летчика, чем посадка на поступательной скорости. Она требует четких и с психологической точки зрения смелых действий от экипажа, см. рисунок 1.

Рисунок 1. Физическая сущность катастрофической ситуации

Почему в этом случае мы рекомендуем посадку на РСНВ без пробега?

Экипаж не знает:

- какая подстилающая поверхность подобранной площадки (её ровность);
- какая плотность грунта на площадке;
- какие имеются скрытые препятствия на данной площадке (искусственные и естественные).

Анализируя все это, мы не рекомендуем летному составу выполнять посадку на подобранную площадку на РСНВ на поступательной скорости.

Рисунок 2. Развитие катастрофической ситуации

Рекомендации по порядку выполнения данной посадки на РСНВ:

При снижении на РСНВ, штурман через каждые 10 м докладывает высоту, при этом планирование выполняется на $V_{эк} = 100-120 \text{ км/ч}$. На $H=30-35 \text{ м}$ энергично отклонить РЦШ (рычаг циклического шага несущего винта) на себя. Создать тангаж до $20-25$ градусов с последующим увеличением РОШ (рычаг общего шага несущего винта) на $3-4$ градуса. Это позволит за счёт увеличения угла атаки НВ выполнить не большую подкрутку НВ и как следствие это приведет к увеличению тяги НВ, что приводит к энергичному гашению поступательной скорости и уменьшению части вертикальной скорости снижения.

В этом случае летчику необходимо сохранять данный тангаж на кабрирование примерно до высоты $8-10 \text{ м}$. Визуально на $H=8-10 \text{ м}$ отклонить РЦШ от себя с одновременным энергичным увеличением РОШ до тах и с положительным углом тангажа $6-8$ градусов приземлить вертолёт.

При этом способе посадки на РСНВ возможно касание земли хвостовой опорой, т.к. РЦШ при этом отклонена назад для удержания тангажа на кабрирование вплоть до приземления.

Авария вертолёт Ми-8, произошедшая в Центре горной подготовки в сентябре 2018 года лишней раз

подтверждает наши рассуждения о необходимости вынужденной посадки при отказе одного двигателя только без пробега, см. рисунок 2.

Из анализа видео материала аварии следует, что при отказе одного двигателя на взлете лётчик перешёл на торможение с небольшим увеличением тангажа вертолёт, сохраняя при этом поступательную скорость примерно равную $40-50 \text{ км/ч}$. Вертолёт перешёл на снижение с повышенной вертикальной скоростью снижения. После касания основными колёсами шасси земной поверхности произошло их проваливание в грунт.

Так как у вертолёт сохранилась поступательная скорость, за счёт резкого торможения основных колёс шасси из-за их провала в грунт, произошло капотирование вертолёт вперёд через переднюю стойку с последующим её зарыванием в грунт. В последующем тангаж вертолёт достиг примерно $70-80^\circ$. Лётчик в целях уменьшения тангажа на пикирование отклонил РЦШ на себя, что привело к соударению лопастями НВ с ХБ (хвостовой балкой).

Вывод: данная методика рассмотрена в лётно-методическом отделе выполнения посадки при отказе одного и двух двигателей без пробега с целью её утверждения и использования в дальнейшем, как при

подготовки лётного состава, так и при возникновении особых случаев.

Список литературы:

1. Володко А.М. «Вертолеты» Воениздат. 1992 г. – 342 с.
2. Инструкция экипажу вертолета Ми-8МТ. - в 2-х кн. - М.: Воениздат, 1983. - Кн.1: Летная эксплуатация. – 360 с.
3. Ромасевич В.Ф. «Аэродинамика и динамика полета вертолетов» Воениздат. 1982 г. – 384 с.

БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ ПОСЁЛКОВ И ГОРОДОВ

*Махмудова Икбол Мухамеджановна**канд. тех. наук, доцент, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: shigor46@yandex.ru*

FEATURES OF WATER SUPPLY SYSTEMS IN SMALL VILLAGES AND CITIES

*Ikbol Makhmudova**candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Особенности систем водоснабжения малых посёлков заключаются в резко выраженной неравномерности водопотребления, которая выражается коэффициентами часовой и суточной неравномерности. Рассматриваются возможные варианты схем системы водоснабжения, отличающиеся разным составом основных сооружений. Рекомендуется вместо общепринятых башенных вариантов использовать в качестве регулирующего сооружения пневмонасосную установку. Изучение режима работы системы, с использованием этой установки в лабораторных условиях, показало целесообразность использования её в системах водоснабжения с небольшим водопотреблением при достаточно больших напорах в системе.

ABSTRACT

The features of the water supply systems of small villages are the sharply expressed unevenness of water consumption, which is expressed by the coefficients of hourly and daily unevenness. Possible options for schemes of a water supply system that differ in the different composition of the main structures are considered. Instead of generally accepted tower options, it is recommended to use a pneumatic pump installation as a regulatory structure. The study of the system's operating mode, using this installation in laboratory conditions, showed the feasibility of using it in water supply systems with low water consumption and relatively high pressures in the system.

Ключевые слова: система водоснабжения, малые посёлки, расход воды, режим работы насосов, пневматические установки, давление воздуха.

Keywords: water supply system, small villages, water consumption, pump operating mode, pneumatic units, air pressure.

Системы водоснабжения по общему составу сооружений и их работе, а также в части подачи и распределения воды потребителям имеют свои особенности режима работы. Особенность режима водопотребления явно проявляется уже при определении степени неравномерности водопотребления по часам суток, зная который можно выбирать возможную схему питания сети и затем общую схему водоснабжения. Известно, что малые сельские посёлки и посёлки городского типа характеризуются резко выраженной неравномерностью суточного водопотребления, когда $K_{\text{час.нер.}} = 1.5-2.2$, а также неравномерностью водопотребления по сезонам года.

Режим работы систем водоснабжения рассматривается в работах Н.Н. Абрамова, Н.А. Карамбиров, В.М. Усаковского, Г.Н. Николадзе, Л.Е. Тажибаева и др. В этих работах подчёркивается, что неравномерность водопотребления в течение суток в той или иной степени наблюдается в малых и больших населённых пунктах с разным количеством населения,

направленностью промышленных предприятий, наличием животноводческих комплексов и т.д. Неравномерность водопотребления промпредприятий определяется особенностями технологического процесса и способами потребления воды.

Меньшей степенью изученности отличаются сельские системы водоснабжения, характеризующиеся ощутимой разницей максимальных и минимальных расходов воды в течение суток. Следует отметить изменение минимального водопотребления в пределах 0.6-2,5% от $Q_{\text{сут}}$ и максимального водопотребления до 8-9% от $Q_{\text{сут}}$. Вопрос неравномерности суточного и часового водопотребления систем сельскохозяйственного водоснабжения рассматривается в работах Н.Н. Карамбиров, В.М. Усаковского, в которых обращается внимание на тот факт, что при

наличии животноводческого сектора, в частности животноводческих комплексов, значительно повышается коэффициент часовой неравномерности.

Сооружения системы водоснабжения, подающие воду потребителю-водопроводные сети, водонапорные башни, насосные станции второго подъёма безбашенных систем – рассчитывают с учётом часовых

колебаний. Строится суммарный ступенчатый график водопотребления. Расходы на полив зелёных насаждений относят на часы минимального и среднего хозяйственно-питьевого водопотребления. Максимальный часовой расход воды находят по суммарному графику водопотребления.

Рисунок 1. Графики водопотребления и работы насосной станции второго подъёма (башенный вариант)

————— график водопотребления
 - - - - - график работы насосной станции второго подъёма
 среднесуточное водопотребление

При таком режиме водопотребления принимается башенная система питания сети (рис. 1), часто экономически целесообразная, но не всегда правильно осуществлённая на практике. По действующим в настоящее время нормативным документам [1] для систем водоснабжения любой категории по проекту не должно приниматься меньше 2-х скважин (1 рабочая, 1 резервная). Часто в действующих системах водоснабжения работает одна скважина и при выходе её из строя, по разным причинам, без питьевой воды остаётся полностью населённый пункт. Если рассматривается такая схема, необходимо учесть ограничения в отношении объёма и высоты башни, её конструкции и возможности строительства с учётом сейсмичности района расположения объекта [2].

Необходимо также учесть возможность использования типовых проектов, применение которых ограничено в силу больших расчётных объёмов и высот водонапорных башен. При использовании действующих методов расчёта, особенно применяемых в учебных проектах, объём и высота башни часто превышают возможности их строительства.

Безбашенная схема водоснабжения может быть выбрана для обеспечения водой посёлков городского типа и городов с большим количеством населения и разнообразным составом водопотребителей (промпредприятия, строительные объекты и т.д.). График

водопотребления характеризуется более равномерным водопотреблением по часам суток. Башенная схема водоснабжения в этих случаях не применяется, за исключением отдельных пригородных районов с малым составом водопотребителей и количеством потребляемой воды.

График водопотребления при безбашенной схеме более пологий в силу большей численности населения и круглосуточного режима работы предприятий [4].

Коэффициент часовой неравномерности принимает значение 1,25-1,35.

При таких схемах работу насосов необходимо назначать при соответствующем обосновании по строительной стоимости и эксплуатационным затратам. Рассматриваются возможные графики работы насосной станции второго подъёма. Варианты могут отличаться количеством и типом насосов, их временем работы. Возможны варианты с последовательным включением нескольких насосов, отличающихся разными расходами и соответственно мощностью и эксплуатационными затратами на электроэнергию. При выборе количество их должно быть по возможности меньшим, при этом предпочтение отдаётся насосам с большим коэффициентом полезного действия, работающим длительное время. Учитывая необходимость взаимозаменяемости насосов, принимаются насосы одинаковой марки. Количество

резервных насосов принимается по количеству рабочих насосов в соответствии с классом насосной станции, который зависит от количества водопотребителей [1]. Ниже приводятся возможные графики

работы насосной станции второго подъёма при одинаковом графике водопотребления (рис. 2, 3).

Рисунок 2. Графики водопотребления и работы насосной станции второго подъёма (I вариант)

Рисунок 3. Графики водопотребления и работы насосной станции второго подъёма (II вариант)

Сравнение вариантов может осуществляться по безбашенной и башенной схеме, а также могут рассматриваться два безбашенных варианта, отличающихся количеством насосов и их типами. Вариант выбирается по результатам сравнения капитальных и эксплуатационных затрат. Другим сравнением может быть сравнение башенного варианта с вариантом использования вместо водонапорной башни пневмонасосной установки.

Изучение в лабораторных условиях работы системы водоснабжения сельского населённого пункта

с использованием пневмонасосной установки [5- 7] показало преимущества этой схемы не только по экономическим показателям, но также по простоте выполнения. Выбор этой схемы может быть рекомендован по результатам лабораторных исследований при отношении максимального давления в системе к минимальному:

$$E = P_{\max} / P_{\min} = 1,33 - 2,0$$

Выводы:

1. Системы водоснабжения с различным составом и количеством водопотребителей могут резко отличаться по составу сооружений;
2. При выборе схемы водоснабжения необходимо учитывать режим водопотребления и на его основе рассматривать возможный состав сооружений;

3. Башенные системы водоснабжения могут быть рекомендованы при коэффициентах часовой неравномерности 1,5-2,2, а при малых их значениях (1,25-1,35) – безбашенные системы;

4. Водонапорные башни для малых систем водоснабжения могут быть заменены пневмонасосными установками.

Список литературы:

1. КМК 2.04.02-97 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения Ташкент, 1997
2. Зацепин А.М. Курсовое и дипломное проектирование водопроводных и канализационных сетей и сооружений. М.:Стройиздат, 1984
3. Махмудова И.М. Питьеовое водоснабжение: Учебное пособие. Ташкент: ТИИИМСХ, 2019. – 264 с.
4. Сомов М.А., Квитка Л.А. Водоснабжение. М.: Инфрам, 2007. – 287 с.
5. Махмудова И.М., Шарипов Ф.М. Ахоли пунктларини ва фермер хужаликларини водопровод тизимларида пневмонасос курилма ишини урганиш. Тошкент: ТИМИ, 2007.
6. Махмудова И.М., Газиева М.Н. Режим и нормы водопотребления систем сельхозводоснабжения. Сборник трудов Научно-практической конференции, посвящённой 70-тилетию Мирзаева С.Ш.. Ташкент, 12 декабря 2002г.
7. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 2. Водопровод и канализация. М.:Стройиздат, 1990.

ШЕСТЬ СИГМА КАК ДВИЖЕНИЕ, КОТОРОЕ ДОЛЖНО БЫТЬ ВНЕДРЕНО В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОМПАНИИ.

Мирзаев Миродил Абдулла угли

канд. филол. наук, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Холматов Тимур Игоревич

бакалавр, студент 4-курса, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: timur_kholmator97@mail.ru

Маликова Камила Махамат Марселевна

бакалавр, студентка 4-курса, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий
Республика Узбекистан, г. Фергана

SIX SIGMA AS A MOTION THAT SHOULD BE IMPLEMENTED IN THE COMPANY

Mirodil Mirzayev

Candidate of Philology, Ferghana branch of Tashkent University of Information Technology
Republic of Uzbekistan, the city of Fergana

Timur Kholmator

Ferghana branch of Tashkent University of Information Technology, Bachelor, 4-year student
Republic of Uzbekistan, the city of Fergana

Kamila Malikova

Ferghana branch of Tashkent University of Information Technology, Bachelor, 4-year student
Republic of Uzbekistan, the city of Fergana

АННОТАЦИЯ

В данной статье дается понятие терминам SS, QSS, TQM. Рассматриваются различия между Six Sigma Plus и Six Sigma, а также TQM. Основное внимание уделяется поиску дополнительных преимуществ, которые получают компании при использовании Six Sigma Plus, в отличие от традиционных методологий, таких как TQM.

ABSTRACT

This article gives the concept of the terms SS, QSS, TQM. The differences between Six Sigma Plus and Six Sigma, as well as TQM, are examined. The focus is on finding the added value companies get when using Six Sigma Plus, as opposed to traditional methodologies like TQM.

Ключевые слова: QSS, SS, SS +, TQM, синергия, улучшение, снижение, производство.

Keywords: QSS, SS, SS +, TQM, synergy, improvement, decrease, production.

Развитие любого общества зависит от внедряемых инноваций. Новые технологии, новые продукты и новые системы должны постоянно развиваться, совершенствоваться и поддерживаться, чтобы оставаться конкурентоспособными. В многих международных корпорациях, для обеспечения бесперебойной работы своих станков, систем и производственных линий, разработали Quick Six Sigma Plus (QSS +).

Основой для QSS+ стала SS – Six Sigma - концепция управления производством, разработанная в корпорации Motorola в 1986 году и популяризированная

в середине 1990-х после того, как Джек Уэлч применил её как ключевую стратегию в General Electric. Суть концепции сводится к необходимости улучшения качества выходов каждого из процессов, минимизации дефектов и статистических отклонений в операционной деятельности. Концепция использует методы управления качеством, в том числе, статистические методы, требует использования измеримых целей и результатов, а также предполагает создание специальных рабочих групп на предприятии, осуществляющих проекты по устранению проблем и совершенствованию процессов («чёрные пояса», «зелёные пояса»).

Хотя Six Sigma широко известна уже более двух десятилетий, только в недавнем прошлом усовершенствованная Six Sigma Plus стала популярной среди профессионалов в области качества.

Six Sigma Plus - это больше, чем Six Sigma, а «Plus» используется для обозначения «синергии», которая достигается путем интеграции людей, процессов и стратегии.

Инициатива Six Sigma Plus направлена на «интеграцию» трех краеугольных камней организации, то есть систем, процессов и людей, и их объединение с базовой бизнес-стратегией.

Это означает, что в отличие от Six Sigma, которая концентрируется на процессах и сокращении дефектов, Six Sigma Plus выходит за рамки статистики и вместо этого нацелена на «целостный» подход, который учитывает ориентацию на клиента и стратегию, ориентированную на клиента.

Кроме того, Six Sigma Plus - это «упреждающий» подход, который предвидит будущие тенденции и действует в настоящем, чтобы извлечь выгоду из них, когда они станут стандартом. Таким образом, Six Sigma Plus надеется выйти за рамки Six Sigma в своем объеме.

Теперь, когда мы определили, что такое Six Sigma Plus, полезно взглянуть на области, охватываемые типичной реализацией Six Sigma Plus. Традиционно реализации Six Sigma охватывали производственные процессы и были направлены на уменьшение и предотвращение дефектов в этих процессах.

Однако реализации Six Sigma Plus обычно охватывают все отделы, включая функциональные области и функции разработки продукта. Это обеспечивает всесторонний охват всех процессов в организации, а не только производственных процессов.

Кроме того, реализации Six Sigma Plus, как правило, ориентированы на клиента, что означает, что эти реализации предвосхищают тенденции клиентов и действуют решительно для интеграции потребностей и ожиданий клиентов в реализации.

TQM (Total Quality Management) — нацеленный на качество подход к руководству организацией, основанный на участии всех ее членов и направленный на достижение долгосрочного успеха путем удовлетворения запросов потребителя и выгоды для всех членов организации и общества. Основы этой системной теории менеджмента качества заложены в середине XX в. Эдвардом Демингом, долгое время проработавшим в Японии. Они включают:

- знания о системах, системном подходе и оптимизации;
- основы статистической теории и знаний об изменчивости;
- основы теории познания;
- основы психологии

Six Sigma Plus - это целостный подход по сравнению со стандартными подходами к управлению качеством, такими как TQM или Total Quality Management. «Плюс» в Six Sigma - это согласование

качественных инициатив с бизнес-целями, и именно это отличает Six Sigma Plus от TQM.

В то время как TQM использует узкий подход к предотвращению дефектов и контролю качества с конечной целью удовлетворения клиентов, Six Sigma Plus выводит все понятие управления качеством на новый уровень, начиная с клиента, а затем согласовывая бизнес-стратегию со стратегией качества процесса.

Дело в том, что TQM - это скорее внутренне ориентированная мера, которая направлена на уменьшение количества дефектов и, следовательно, на удовлетворение потребителя, тогда как Six Sigma Plus берет клиента за отправную точку и работает с процессами качества с этой точки зрения.

Другие различия между TQM и Six Sigma Plus включают аспект «изменения» Six Sigma Plus, где цель последнего состоит в том, чтобы активно искать меры по улучшению качества в отличие от методологии TQM, которая концентрируется на выполнении того же процесса для Нормы качества, предписанные для процесса.

Кроме того, Six Sigma Plus фокусируется на продвижении изменений в организации путем определения областей в процессах, которые могут быть улучшены и ориентированы на клиента, а также распространения процесса улучшения на все функциональные области. Одним словом, Six Sigma Plus охватывает всю организацию, тогда как стандартные методологии управления качеством, такие как TQM, ограничиваются контролем качества и управлением качеством производственных процессов.

Как упоминалось ранее, Six Sigma Plus выходит за рамки обычной реализации Six Sigma и имеет дополнительное преимущество: ориентация на клиента, улучшение процессов и повышение производительности как краеугольные камни его внедрения.

Хотя на первый взгляд различия между Six Sigma Plus и Six Sigma кажутся поверхностными, в способах реализации этих методологий действительно есть существенные различия.

Структура Six Sigma допускает принятие двух дефектов на миллиард протестированных образцов. Хотя это может показаться невозможным, особенно в производственном секторе, где проскальзывание качества является обычным явлением, на самом деле, несколько компаний, таких как GE, Dow Chemical, TATA group и банковские учреждения, такие как JPMC, Citigroup и Bank of America, успешно приняли Six Sigma рамки.

Принятие Six Sigma этими компаниями произошло в результате акцентирования внимания на качестве, которое было как сверху вниз, так и снизу вверх, и совместные усилия всех заинтересованных сторон обеспечили успех этой работы.

Тем не менее, следует отметить, что принятие структуры является первым шагом в процессе достижения высокого качества, поскольку компании должны придерживаться этой структуры в своей повседневной работе, чтобы утверждать, что они действительно соответствуют требованиям Six Sigma.

Как утверждают многие эксперты, Six Sigma Plus использует методологию Six Sigma и добавляет аспекты ведущего изменения в стратегию, коучинг лидеров в развитие людей, практический подход к теории, реализацию ориентированных на клиента проектов в обучении, усовершенствованные инструменты с помощью компонентов (как обсуждалось в разделе, связанном с Six Sigma Plus) и использование сочетания мягких навыков и сложных навыков,

чтобы сделать компанию более конкурентоспособной по сравнению с конкурентами.

В заключение, Six Sigma Plus - это новая модель качества, которая выходит за рамки традиционных концепций качества и придает совершенно новый смысл концепции контроля качества. Еще неизвестно, сколько компаний применяет методологию Six Sigma Plus и насколько успешным будет это дополнение к существующему пантеону инициатив в области качества.

Список литературы:

1. What is Six Sigma Plus // managementstudyguide [электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.managementstudyguide.com/six-sigma-plus.htm> (Дата обращения: 27.08.2019)
2. Innovation in Production Systems with POSCO's QSS+ // newsroom.posco [электронный ресурс]. Режим доступа <https://newsroom.posco.com/en/qss-transforms-posco-production/> (Дата обращения: 02.09.2019)
3. Quick, Quality Decision-Making Using Six Sigma Tools// [электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.isixsigma.com/methodology/voc-customer-focus/quick-quality-decision-making-using-six-sigma-tools/> (Дата обращения: 11.09.2019)

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**УПРАВЛЕНИЕ МНОГОСТАДИЙНЫМИ ПРОЦЕССАМИ ПУТЁМ ОПТИМИЗАЦИИ
ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ СИСТЕМЫ****Каримов Жасур Хасанович***ассистент, Ферганский Политехнический Институт,
Узбекистан, г. Фергана
E-mail: j.karimov@ferpi.uz***Фозилов Иброхим Рахимович***ст. преп., Ферганский Политехнический Институт,
Узбекистан, Фергана
E-mail: ibroxim1958jon@ferpi.uz***CONTROL OF MULTI-STAGE PROCESSES BY OPTIMIZING THE GLOBAL GOALS
OF THE SYSTEM****Zhasur Karimov***Assistant, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana***Ibrohim Fozilov***Senior Lecturer, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana***АННОТАЦИЯ**

Рассматриваются вопросы оптимизации технологических режимов функционирования многостадийных процессов, отмечена, что декомпозиция и создание локальных управляющих подсистем по стадиям процессов является одним из возможных способов решения глобальной задачи оптимизации, определено последовательность выполнения процедур оптимизации работ, позволяющих на каждом этапе достичь таких значений регулируемых технологических параметров, при которых состояние процесса будет способным к выполнению производственных заданий.

ABSTRACT

Issues of optimizing the technological modes of operation of multi-stage processes are considered, it is noted that decomposition and the creation of local control subsystems according to the stages of processes is one of the possible ways to solve the global optimization problem, the sequence of optimization procedures is determined that allow to achieve such controlled values at each stage technological parameters at which the state of the process will be capable of completing production tasks.

Ключевые слова: Многостадийные процессы, оптимизация, декомпозиция, контур управления, процедура оптимизации.

Keywords: Multi-stage processes, optimization, decomposition, control loop, optimization procedure.

Введения

Вопросы оптимизации технологических режимов функционирования многостадийных систем - важная часть современной теории управления. Исследование и разработка эффективных методов ее реализации имеет большое значение для экономических, организационных и других задач. Основной математический аппарат решения задачи оптимизации - математическое программирование.

Оптимизация многостадийных процессов требует решения сложных задач линейного или нелинейного программирования с математическими моделями специальной структуры. Современная многостадийная система с непрерывной и непрерывно-дискретной технологией представляет собой многомерный разветвленный комплекс и состоит из нескольких относительно независимых производств,

в каждом из которых сырье проходит последовательные стадии переработки в технологических процессах, осуществляемых в одиночных или параллельных установках.

Учет специфики процессии оптимизации позволяет вместо решения глобальной задачи перейти к серии существенно меньших по размеру локальных подзадач и соответствующей увязке их целей. Очевидно, что декомпозиция и создание локальных управляющих подсистем по стадиям процессов является одним из возможных способов решения этой задачи.

Смысл декомпозиции при этом заключается в том, чтобы, воспользовавшись априорными сведениями о структуре объекта, упростить задачу синтеза модели. Однако задача идентификации и синтеза системы управления многостадийных процессов (СУ МСП), особенно работающей по структуре и в режиме комплексного использования многокомпонентного сырья, на сегодняшний день остается далеко нерешенной. Здесь возникают типичные трудности, связанные с оптимизацией иерархической многоуровневой структуры, каждая подсистема которой имеет не только специфические параметры, локальные упрощенные модели и ограничения, но и свои собственные критерии оптимизации. При этом во многих случаях оптимальность работы подсистем и локальных системы управления (СУ) ими находится в неясной и сложной взаимосвязи с оптимальным управлением многостадийных процессов (МСП) в целом.

Постановка задачи

Рассмотрим подход многоуровневой декомпозиции структуры многостадийных процессов (МСП), опирающейся на специфические особенности МСП и задач оптимизации. При этом сохраняются существенные соотношения между моделями производства и его отдельных частей.

Многостадийная система состоит из глобальной управляющей подсистемы, определяемой векторной целевой функцией

$$Y(x) = \{f_k(x), x \geq 0, k = \overline{1, K}\}, \quad (1)$$

где $x = \{x_j, j = \overline{1, N}, x_j \geq 0\}$ - вектор неизвестных, и k - количество нижестоящих локальных управляющих подсистем $f_k(x), k = \overline{1, K}$, которые могут быть как непосредственно управляемым и регулируемым процессом, так и управляющей подсистемой для нижестоящих по иерархии подсистем, где K - множество индексов локальных подсистем.

Пусть $X = \{x_j, j = \overline{1, N}\}$ - вектор неизвестных, выражающий показатели эффективности, например: объем, себестоимость, качество, затраты и др. j - го вида продукции, выпускаемой всей системой, где N - множество индексов видов продукции; $X_k \in x, k = \overline{1, K}$ - вектор неизвестных, выражающий

эффективность продукции, выпускаемой $k \in K$ локальной подсистемой, $X_k = \{x_j, j = \overline{1, N_k}\}$, где N_k - множество индексов видов продукции, выпускаемой $k \in K$ локальной подсистемой, $N_k \in N$.

Основная цель глобальной управляющей подсистемы состоит в общей оптимизации всех критериев локальных подсистем,

$$\text{extr} Y(x) = \{f_k(x), x \geq 0, k = \overline{1, K}\}, \quad (2)$$

которые для верхней управляющей подсистемы одинаково важны и равнозначны, т.е. заранее не отдается предпочтение какой-либо локальной подсистеме. При этом необходимо найти такой вектор X^0 и соответственно $X_k^0 \in X^0$, при котором все локальные подсистемы достигали бы своего оптимума в условиях выполнения ограничения по ресурсам

$$R(x) \leq C, \quad r_i(x) \leq c_i, \quad x \geq 0, \quad i = \overline{1, M}, \quad (3)$$

где i - вид ресурсов, которые необходимы при выпуске, M - множество индексов видов ресурсов; c_i - ограничения по i -му виду ресурсов.

Как правило, в МСП каждая k -ая локальная подсистема имеет свои целевые функции

$$f_k(x), \quad x \geq 0, \quad k = \overline{1, K}, \quad (4)$$

и ограничения

$$R^k(x_k) \leq C^k, \quad r_i^k(x_k) \leq c_i^k, \quad x_k \geq 0, \quad i \in M, \quad k = \overline{1, K}. \quad (5)$$

Цель каждой локальной подсистемы МСП состоит в экстремизации своего критерия, которым может быть прибыль, качество, стоимость управления, себестоимость продукции и др. Здесь следует особо отметить, что критерии локальных подсистем МСП вовсе не обязательно должны соответствовать глобальному критерию системы, т.е. локальные и глобальные критерии могут быть различными, но локальные критерии должны способствовать достижению глобальной цели.

Применительно к конкретным МСП, в частности обогатительного производства портландцемент, в [2,5,7,9,10] рассмотрены вопросы построения межконтурных оптимизационных процедур. Идея этого подхода состоит в декомпозиции МСП на взаимосвязанные внутренними материальными потоками контуры управления. При этом декомпозиция осуществляется путем минимизации количества выделяемых контуров управления, с однозначным определением функции цели всей системы через промежуточные входные и выходные параметры контуров управления.

В результате глобальную оптимизационную задачу удастся свести к решению нескольких локаль-

ных задач существенно меньшей размерности: межконтурной и ряда однитипных задач контурной оптимизации. Это приводит к двухуровневому алгоритму оптимизации МСП на базе выше сформулированных процедур.

При этом задача оптимизации верхнего уровня формулируется следующим образом:

$$\begin{aligned} \theta_{omb}(\alpha_i, \gamma_{\alpha_i}, \beta_i, \gamma_{\beta_i}, \theta_i, \gamma_{\theta_i}) \rightarrow \min \\ \text{при выполнении условий} \\ \theta_j \geq f_j(\alpha_i, \gamma_{\alpha_i}, \beta_i, \gamma_{\beta_i}, \theta_i, \gamma_{\theta_i}), \\ \gamma_{\beta_i}^- \leq \gamma_{\beta_i} \leq \gamma_{\beta_i}^+, \quad \beta_{\beta_i}^- \leq \beta_i \leq \beta_i^+, \\ \beta_n = \beta_{3ag}, \alpha_i > 0, \theta > 0, i, j = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (6)$$

Технологические параметры γ_{α_i} , γ_{β_i} и γ_{θ_i} используются при формировании целевой функции и ограничениях задачи оптимизации, поэтому при расчете рационального технологического режима функционирования МСП необходимо задавать матрицу связей $\|K_{i,j}\|$ и $\|X_{i,j}\|$.

На верхнем уровне на основании информации о поступающем на переработку сырье и принятого критерия решается задача межконтурной оптимизации в пространстве параметров, характеризующих внутренние потоки, связывающие контуры управления. При этом управляющие параметры каждого из

контуров остаются неизменными. Решая задачу межконтурной оптимизации, находим такие значения выходных параметров каждого контура, при которых выбранная функция цели всей системы достигает своего экстремума. Таким образом, на первом этапе определяются оптимальные связи между контурами и для каждого из них оптимальные значения выходных переменных, обеспечивающие получение экстремума выбранной целевой функции управления для всей системы.

Процесс оптимизации и принятия оптимальных решений в условиях МСП реализуется, как правило, на основании принципов декомпозиции глобальной исходной задачи на совокупность локальных подзадач меньшей размерности и построении децентрализованной системы управления. Следовательно, каждая подсистема - контуры управления МСП наделяется определенной степенью свободы выбора локальных решений и характеризуется локальным показателем качества.

Контуры многостадийных систем - это элементы системы, выделенные по определенному функциональному признаку, отвечающему конкретным целям и задачам управления. В рамках решения задач одного функционального назначения подсистема МСП может рассматриваться как самостоятельная система.

Если МСП разделена на отдельные, последовательно взаимосвязанные материальными, энергетическими и информационными потоками контуры, то каждому из них соответствует схема, представленная на рис. 1,

Рисунок 1. Схема *i*-го контура МСП

где x_i - вектор входных параметров, содержащий как управляемые, так и неуправляемые (контролируемые возмущающие) параметры, поступающие на *i*-й контур; u_i - вектор управляющих параметров для *i*-го контура; y_i, z_i - векторы выходных параметров, означающие соответственно готовые производственные и отвалынные продукты *i*-го контура.

При наличии информации о значениях вектора входных, выходных и управляющих параметров поведение *i*-го контура МСП определяется математической моделью

$$y_i = f_i(x_i, u_i, z_i, \alpha_i), \quad (7)$$

где α_i - коэффициенты математической модели *i*-го контура.

Для определенного вида сырья строится соответствующая модель.

Задачу контурной оптимизации МСП можно сформулировать следующим образом. Предполагается, что имеется математическая модель вида (1) для *i*-го контура МСП. Выбор критерия контурной оптимизации осуществляется согласно результатам верхнего уровня оптимизации (межконтурной). При этом

результаты межконтурной оптимизации используются в качестве заданных и требуется поддержать показатели выхода контуров управления в пределах заданных, спущенных с верхнего уровня оптимизации. Это достигается с помощью варьирования управляющих параметров контура в допустимой области при стабильных значениях входных параметров контуре.

Для решения задачи контурной оптимизации в качестве критерия - функции цели) может служить минимум материальных затрат на управление

$$\sum_{k=1}^{n_i} C_k U_{ik} \rightarrow \min, \quad u_i \in U$$

при выполнении условий

$$\begin{aligned} |y_{i3ag} - f_i(x_{ij}, u_{ik}, z_{il})| &\leq \rho \\ x_{ij} &\geq 0, u_{ik} \geq 0, z_{il} \geq 0 \end{aligned} \quad (8)$$

и выполнении двусторонних ограничений на промежуточные и отвалы продукты (параметры) i -го контура $z_{il}^- \leq z_{il} \leq z_{il}^+$, где Y_{i3ag} - заданное значение выходного показателя i -го контура, определенное в результате решения задачи межконтурной оптимизации; C_k - стоимость k -го управления; i - номер контура; j, k - номера входных и управляющих параметров; z_{il}^-, z_{il}^+ - количество управляющих параметров в i -ом контуре; l - номер промежуточного продукта, например, отвалы, z_{il}^-, z_{il}^+ - соответственно нижняя и верхняя границы изменения l -го промежуточного параметра i -го контура.

Кроме того, при решении задачи контурной оптимизации необходимо учитывать ограничения на управляющие параметры, вытекающие из особенностей контура управления. Контур МСП рассчитан на определенную производительность, поэтому можно записать, что вектор управляющих параметров U_i в любой момент времени t_a должен принадлежать множеству

$$U = \{U_i \in R^n : U_{ik}^- \leq U_{ik} \leq U_{ik}^+, k = \overline{1, N}\}, \quad (9)$$

где U_{ik}^-, U_{ik}^+ соответственно нижняя и верхняя границы изменения k -го управляющего параметра i -го контура.

В большинстве случаев определение точного оптимального значения вектора управляющих параметров, удовлетворяющих условию (1)-(3), представляет собой весьма трудоемкую процедуру. Поэтому оптимальные значения отыскиваются приближенными методами [1,2,3,4,7,8,10,11,12]: исследованием функций классического анализа, основанными на использовании неопределенных множителей Лагранжа; вариационного исчисления; динамического,

линейного, нелинейного программирования, принципа максимума. Все эти методы обладают различной степенью точности и вычислительной сложности.

Сформулированная задача контурной оптимизации в условиях МСП решается с учетом топологии схем (структуры) системы и характеристики исходного сырья. Для каждого вида сырья определяется схема (маршруты) переработки сырья, выделяются контуры управления, для каждого контура строится соответствующая модель, решается задача контурной оптимизации с учетом последовательности расположения контуров в пространстве и временных запаздываний.

Суммируя материальные расходы, затрачиваемые на управление каждым контуром МСП, определим общий расход, затрачиваемый на обеспечение эффективного функционирования МСП в целом

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{n_i} C_k U_{ik} = U, \quad (10)$$

где U - суммарный расход на управление МСП в целом.

В большинстве случаев единовременная оптимизация всех параметров, определяющих ход и результаты процесса в многопараметрических МСП, не представляется возможной. В связи с этим прежде всего необходимо определить последовательность выполнения процедур оптимизации работ, позволяющих на каждом этапе достичь таких значений регулируемых технологических параметров, при которых состояние процесса будет способным к выполнению производственных заданий.

Таким образом, осуществление алгоритма контурной оптимизации предопределяет выполнение следующих этапов [1,4,6]:

- распознавание вида исходного сырья и материалов; выбор из множества эталонных моделей модели соответствующей технологической ситуации;
- проверка модели на адекватность; корректировка параметров модели;
- выбор критерия контурной оптимизации; анализ задания верхнего уровня оптимизации;
- определение допустимой области ограничения на параметры контура управления;
- согласование критериев контурной и межконтурной оптимизации; определение оптимальных значений управляющих параметров контура управления, обеспечивающих экстремум для выбранной функции цели;
- анализ результатов контурной оптимизации и принятие решений.

Поиск оптимальных решений является сложной задачей, которая еще более усложняется побочными факторами, затрудняющими ее постановку и решение.

Заключение

Для того чтобы построить оптимальную систему автоматизированного управления контурами МСП,

необходимо по имеющейся информации о контуре управления и критерию оптимальности синтезировать оптимальное управление, которое может быть реализовано в виде рационального технологического режима. Однако оптимальный режим, синтезированный на основе имеющейся априорной информации о контуре управления, недолго будет оставаться оптимальным. В процессе функционирования технологического контура управления его параметры изменяются (старение, износ, изменение характеристик

сырья и т.д.) и установленный режим перестает быть оптимальным. В связи с этим возникает необходимость определения новых параметров объекта управления с целью восстановления оптимального режима функционирования технологического процесса.

Такая система в целом представляет собой оптимальную систему автоматического управления с адаптацией.

Список литературы:

1. Кириллов А.Н. Управление многостадийными технологическими процессами. Вестник СПбГУ. Сер. 10, 2006, Вып.4.С.127-131.
2. Shervin Asadzadeh, Abdollah Aghaie, Su-Fen Yang. Monitoring and Diagnosing Multistage Processes: A Review of Cause Selecting Control Charts(Мониторинг и диагностика многоступенчатых процессов: обзор причины Выбор контрольных диаграмм). Журнал промышленной и системной инженерии.Том 2, №3, г 2008. С. 214-235.
3. Дорофеева Л.И. Моделирование и оптимизация разделительных процессов. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 128 с.
4. Вергун А.П., Савостина Н.В. Оптимизация разделительных процессов. – Томск, 2002. – 36 с.
5. Луговской В.И. Синявский К.С. Дубс Р.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов. – Одесса: ОПУ, 2004. – 35 с.
6. Алишев Ш. А. Управление процессом мокрого помола сырья.- Материалы XI -международной научно-теоретической конференции. Душанбе.: 2018. 45 с.
7. Алишев Ш. А. Ортиков З.У. Адаптивные модели прогнозирования качества цемента.журн. Информационные технологии моделирования и управления. М.: Издательство «Научная книга», 2018, 111 с.
8. Алишев Ш. А. Идентификация фазового состава смеси с помощью рентгеноструктурного анализа и ПК. Современные проблемы и их решения информационно-коммуникационных технологий и телекоммуникаций. Сборник докладов. II часть. Фаргона:2019.С.523-525.
9. Мочальник И.А. «Основы технологии и продукция промышленности строительных материалов»: пособие / И.А. Мочальник. – Минск: БГЭУ, 2009. – 157 с.
10. Таймасов Б. Т.. Технология производства портландцемента. Учеб. Пособие.-Шымкент. Изд-во ЮКГУ, 2003.-297 с.
11. Пиров Ф.С. Имитационное моделирование технологических процессов термической обработки в среде RDO/ Исмоилов М.И., Умаралиев Р.Ш., Пиров Ф.С.//Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки №3(41), 2011.-С.47-56.
12. Кусимов С.Т., Ильясов Б.Г., Исмагилова Л.А., Валеева Р.Г. Интеллектуальное управление производственными системами. М.: Машиностроение 2001 г -327с.
13. Алишев Ш. А. Ортиков З.У. Формализация задачи оптимизации многостадийных процессов методом декомпозиции. Меморчилик ва курилиш муаммолари. Самарқанд. Илмий журнал, 2019.
14. В. М. Матросова, С. В. Савастюка. М.: Мир, 1994. 576 с. (Siljak D. D. Decentralized Control of Complex Systems. Cambridge, MA: Academic Press, 1991.)
15. Охтилев М. Ю., Соколов Б. В., Юсупов Р. М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных динамических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.
16. Chaillet A., Angeli D. Integral input to state stable systems in cascade // Systems & Control Letters. 2008. Vol. 57. P. 519-527.
17. Chaillet A., Loria A. Necessary and sufficient conditions for uniform semiglobal partial asymptotic stability application to cascaded systems // Automatica. 2006. Vol. 42. P. 1899-1906.
18. Su W, Fu M. Robust stabilisation of nonlinear cascaded systems // Automatica. 2006. Vol. 42. P. 645-651.
19. Косов А. А. Исследование устойчивости сингулярных систем методом вектор-функций Ляпунова // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. 2005. Вып. 4. С. 123-129.
20. Воротников В. И. Частичная устойчивость и управление: состояние, проблемы и перспективы развития // Автоматика и телемеханика. 2005. № 4. С. 3-32.
21. Воротников В. И. Об устойчивости и устойчивости по части переменных «частичных» положений равновесия нелинейных динамических систем // Докл. РАН. 2003. Т. 389, № 3. С. 332-337.
22. Воротников В. И. Два класса частичной устойчивости: к унификации понятий и единым условиям разрешимости // Докл. РАН. 2002. Т. 384, № 1. С. 47-51.

ВСТРОЕННЫЕ СИСТЕМЫ ARDUINO СТРЕМЯТСЯ ОБЕЗОПАСИТЬ IOT С ПЛАТФОРМОЙ DEV

Кодиров Элмурод Солижон угли

*ассистент кафедры «Информационные технологии», Ферганский филиал ТУИТ им. Мухаммада Ал-Хоразмий,
Узбекистан, г. Фергана*

E-mail: elmurod.kodirov.0266@gmail.com

Умаров Хусниддин Турдали угли

*студент, Ферганский филиал ТУИТ им. Мухаммада Ал-Хоразмий,
Узбекистан, г. Фергана*

Мухаммаджонов Хожиякбар Зафаржон угли

*студент, Ферганский филиал ТУИТ им. Мухаммада Ал-Хоразмий,
Узбекистан, г. Фергана*

EMBEDDED SYSTEMS ARDUINO SEEKS TO SECURE IOT WITH DEV PLATFORM

Elmurod Kodirov

*assistant, Department of Information Technology, Ferghana branch of TUIT named after Muhammad Al-Khorazmiy,
Uzbekistan, Ferghana*

Khusniddin Umarov

*student, Department of Information Technology, Ferghana branch of TUIT named after Muhammad Al-Khorazmiy,
Uzbekistan, Ferghana*

Xojiakbar Muxammadjonov

*student, Department of Information Technology, Ferghana branch of TUIT named after Muhammad Al-Khorazmiy,
Uzbekistan, Ferghana*

АННОТАЦИЯ

В настоящее время масштабы и значение систем IoT растут во всем мире. Это потребует микроконтроллеров, поддерживающих эти системы. В статье описывается взаимосвязь платформы Arduino и IoT-систем.

ABSTRACT

Nowadays, the scale and importance of IoT systems are growing all over the world. This will require microcontrollers supporting these systems. The article describes the interconnection of arduino platform and IoT systems.

Ключевые слова: Arduino IoT Cloud, IoT application, Adafruit, Javascript и Websockets.

Keywords: Arduino IoT Cloud, IoT application, Adafruit, Javascript and Websockets.

IoT (Интернет вещей) больше не является модным словом. Благодаря нескольким вдохновляющим сценариям использования, которые распространяются ежедневно, многие компании теперь открывают для себя, как они могут использовать технологии для роста бизнеса. Быстро становится важной особенностью того, чтобы новые устройства основывались на IoT, независимо от других внедренных технологий, и, по мнению gartner, к 2020 году 95% новых устройств и систем будут использовать IoT. Мы уже обсуждали некоторые популярные IoT-устройства, доступные на рынке, а также разработали множество DIY-проектов на основе IoT [1].

В то время как некоторые компании используют IoT для прямых бизнес-решений, другие фирмы используют бизнес-возможности, которые существуют в предоставлении платформ IoT, которые служат основой для быстрой разработки и развертывания решений IoT. Эти платформы стали ключевой частью разработки решений IoT, и сегодня мы рассмотрим некоторые из них.

Из-за особенностей архитектуры IoT существует несколько типов платформ IoT, большинство из которых ориентированы на предоставление решений по определенным вертикалям (например, SigFox, ориентируясь на возможности подключения), в то время как некоторые (например, Particle.io) служат как все

в одной платформе, предоставляя комплексное решение для развития IoT. Сегодняшняя статья станет первой в серии из нескольких статей, в которой будут оцениваться некоторые из этих платформ, и мы начнем с представления нескольких популярных платформ IoT Hardware для разработки [2].

Начало работы с облаком Arduino IoT

Вы можете использовать Arduino IoT Cloud для регистрации, построения графиков и анализа данных датчиков, данных триггеров и домашней автоматизации. Он предлагает простую платформу для начинающих и идеально подходит для быстрого создания прототипов для профессионалов. Вы можете быстро создать удаленный мониторинг датчиков с помощью виджетов и подключиться к электронной таблице, базе данных или автоматизировать оповещения с помощью веб-хуков. Устройства защищены с помощью аутентификации на основе сертификатов X 509, разработчики могут создавать собственные приложения с помощью облачных API-интерфейсов Arduino IoT, основанных на открытом оборудовании и открытых стандартах IoT.

Arduino IoT Cloud Компоненты

В зависимости от того, чего хочет достичь пользователь, для приложения IoT потребуется несколько основных компонентов:

- Устройства для сбора данных или управления чем-либо (оборудование, которое вы хотите использовать);
- Программное обеспечение для определения поведения оборудования (код, такой как Arduino Sketch);

Особенности Arduino IoT Cloud

Такие устройства, как плата MKR 1010, используют программное обеспечение (например, эскизы) для запуска программного обеспечения, считывания датчиков, управления исполнительными механизмами, связи с облаком Arduino IoT. «Предмет» в Интернете вещей относится к совокупности свойств, таких как температура или свет, а не к самому оборудованию. Предметом является логическое представление связанного объекта. Свойства – это качества, определяющие характеристики системы. Свойство может быть чем-то вроде настройки «только для чтения» (RO), чтобы указать, что Arduino IoT Cloud может считывать данные, но не может изменять значение свойства. Свойство может быть спроектировано как «чтение и запись» (RW), если Arduino IoT Cloud также может удаленно изменять значение свойства и отправлять уведомление о событии на устройство [3].

Например, устройство может иметь датчик, который будет обеспечивать комнатную температуру. Это было бы только для чтения. Он также может включать термостат, который будет изменять температуру в комнате. Arduino IoT Cloud узнает о событиях, когда получает сообщения приложений, в которых указано, что что-то произошло. Например, приложение распознавания лиц может сообщить, что кто-то находится за дверью, или оно получило запрос от другого приложения, что свет должен быть включен.

Программное обеспечение для Arduino IoT Cloud

Если вы знакомы с Arduino, то знаете, как работают эскизы. Когда вы создаете «эскиз», он обрабатывается и компилируется в машинный язык. Эскизы – это в основном упрощенная версия C / C++. Что Arduino IoT Cloud делает это быстро и автоматически создавать эскиз при настройке новой вещи. Arduino IoT Cloud позволяет взаимодействовать с другими методами, включая HTTP REST API, MQTT, инструменты командной строки, Javascript и Websockets.

Intel IoT Development Boards

Intel, без сомнения, является одним из главных лидеров королевства полупроводников, и это было неудивительно, когда они выпустили пару плат с поддержкой IoT. Несмотря на то, что они прекратили поддержку некоторых старых плат, некоторые из этих плат все еще используются для быстрого создания прототипов производителями и разработки продуктов дизайнерами. Неудивительно, что одной из главных особенностей платы являются огромные возможности обработки. Одной из самых популярных плат Intel является вычислительный модуль Intel Edison. Согласно веб-сайту Intel, вычислительный модуль был разработан для экспертов, производителей, предпринимателей и для использования в промышленных приложениях IoT. Модуль обеспечивает простоту разработки для разработки и использования прототипов в ряде коммерческих предприятий, когда важна производительность. Модуль использует 22 нм Intel SoC, который включает в себя двухъядерный, двухпоточный процессор Intel Atom с частотой 500 МГц и 32-разрядный микроконтроллер Intel® Quark, работающий на частоте 100 МГц. Модуль и большинство других плат, таких как Intel Curie и Intel Galileo, были сняты с производства. В настоящее время наиболее популярной платформой для разработки аппаратного обеспечения IoT от Intel является комплект разработки IoT с канавкой Up Squared, представляющий собой платформу, специально разработанную для удовлетворения жестких требований промышленных приложений IoT.

Adafruit - диапазон развития доски

Adafruit – один из крупнейших онлайн-магазинов электроники. Adafruit недавно присоединился к гонке IoT, выпустив специальную линейку продуктов, таких как перьевые доски Adafruit, которые обладали уникальными функциями, позволяющими создавать масштабируемые прототипы IoT. Помимо плат для разработки, как и для частиц, Adafruit предоставляет облачные сервисы для устройств с простыми клиентскими библиотеками для всех основных платформ разработки аппаратного обеспечения IoT, мощным API, красивыми панелями мониторинга и универсальной безопасной платформой для IoT. Можно легко сказать, что основное различие между Adafruit и Particle заключается в способе разработки их продуктов. Adafruit.io разработан с особым вниманием к сообществу производителей. Это идеальное

решение для разработки прототипов. Частица, с другой стороны, имеет более коммерческий оттенок сорта продукта.

Линия продуктов Arduino IoT

Arduino не может быть незнакомым именем для кого-либо в пространстве IoT. Задолго до того, как IoT стал массовым, несколько плат Arduino уже использовались для разработки прототипов для подключенных устройств. Благодаря простоте программирования и принципу «подключи и работай» системы, основанной на Arduino, она быстро стала

любимой многими в аппаратном пространстве. Первые платы Arduino были в основном микроконтроллерами общего назначения, которые были подключены к Интернету с помощью модулей GSM и WiFi, но, когда IoT начал открываться, были разработаны платы со специальными функциями, поддерживающими IoT. Платы, такие как Arduino 101 (разработанная с Intel), MKR1000, Arduino WiFi Rev 2 и MKR Vidor 4000, которая является первой платой Arduino на основе микросхемы FPGA [4].

Список литературы:

1. Arduino Wars: Group Splits, Competing Products Revealed?. makezine.com. Maker Media, Inc. (6 March 2015).
2. Business Entity Summary for Arduino LLC. Mass.gov. State of Massachusetts.
3. Internet of Things . Gartner IT glossary. Gartner (5 May 2012). — «The Internet of Things is the network of physical objects that contain embedded technology to communicate and sense or interact with their internal states or the external environment».
4. Massimo Banzi: Fighting for Arduino. makezine.com. Maker Media, Inc. (19 March 2015). Arduino SRL to Distributors: “We’re the REAL Arduino”. Hackaday.com. Hackaday.com (28 March 2015).

АДАПТИВНО НЕЧЕТКОЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Усманов Комил Исроилович

ст. преп. кафедры «Информатика, автоматизация и управления»
Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент

Сарболаев Фаррухбек Набиевич

ст. преп. кафедры «Информатика, автоматизация и управления»
Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sarbolaev_f@mail.ru

Исломова Фарида Камилджановна

ст. преп. кафедры «Информатика, автоматизация и управления»
Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент

Якубова Ноилахон Собирджановна

докторант кафедры «Система управления и обработка информации»
Ташкентский Государственный Технический Университет,
Узбекистан, г. Ташкент

ADAPTIVELY FUZZY SYNERGISTIC CONTROL OF MULTIDIMENSIONAL NONLINEAR DYNAMIC OBJECTS

Komil Usmanov

senior lecturer of department "Informatics, automation and control"
of the Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

Farrukhbek Sarbolayev

senior lecturer of department "Informatics, automation and control"
of the Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

Farida Islamova

senior lecturer of department "Informatics, automation and control"
of the Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

Yakubova Noilakhon

doctoral student of the department "Management system and information processing"
Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье разработан адаптивный нечеткий синергетический контроллер с дискретным временем для класса неопределенных нелинейных динамических систем. Нелинейные системы с конфигурациями и параметрами, которые изменяются со временем для практической рабочей среды требуются полностью нелинейная модель и схема адаптивного управления в дискретном времени. Поэтому необходим адаптивный контроллер, который учитывает нелинейную природу установки и адаптирует ее параметры к изменениям окружающей среды, и рассматривается в этой работе. В зависимости от синтеза Ляпунова универсальные аппроксимативные свойства нечетких множеств используются в дискретной адаптивной схеме для аппроксимации нелинейной системы, в то

время как синергетическое управление гарантирует надежность и использование закона управления без дискретного времени, что упрощает реализацию контроллера. Результаты моделирования на примере реального мира показаны, чтобы показать эффективность предложенного метода.

ABSTRACT

In this article an adaptive fuzzy synergistic controller with discrete time for a class of undefined nonlinear dynamic systems is developed. Nonlinear systems with configurations and parameters that change over time require a completely nonlinear model and adaptive control scheme in discrete time for the practical working environment. An adaptive controller that takes into account the nonlinear nature of the installation and adapts its parameters to changes in the environment is therefore needed and is considered in this work. Depending on Lyapunov's synthesis, the universal approximation properties of fuzzy sets are used in a discrete adaptive scheme to approximate a nonlinear system, while synergetic control ensures reliability and the use of the control law without discrete time, which simplifies the implementation of the controller. Real-world modeling results are shown to show the effectiveness of the proposed method.

Ключевые слова: Адаптивный контроллер, адаптивный нечеткий синергетический контроллер, дискретная нелинейная система, синтез Ляпунова, теория синергетического управления.

Keywords: Adaptive controller, adaptive fuzzy synergistic controller, discrete nonlinear system, Lyapunov's synthesis, theory of synergistic control.

В последние десятилетия значительные усилия были направлены на совершенствование нелинейных систем, их устойчивости и нелинейных явлений. Хотя стабильность этих систем можно улучшить с помощью анализа Ляпунова. Поскольку линейная суперпозиция больше недоступна, явные формулы трудно найти, численные аппроксимации не всегда достаточно точны [1]. Появление мощных компьютеров вызвало настоящую революцию в нашем понимании нелинейных систем. Действительно, многие из наиболее важных современных аналитических методов черпали вдохновение в ранних компьютерных исследованиях нелинейных систем [2]. Большинство систем нелинейны с характеристиками, которые меняются со временем, поскольку в динамическом режиме работы мы не можем гарантировать высокую производительность контроллеров нелинейных систем на основе линеаризованных моделей.

Синергетическое управление – это новая нелинейная техника управления, которая учитывает нелинейности системы в конструкции управления. Предлагается систематическая процедура проектирования, которая дает законы управления, подходящие для цифровой реализации [3, 4]. Кроме того, синергетическое управление не только обеспечивает постоянную частоту переключения, но также обеспечивает асимптотическую устойчивость относительно требуемых условий эксплуатации и надежности в параметрах работы системы [1,5]. Разработчик может выбрать характеристики макропеременной в соответствии с рабочими характеристиками и спецификациями управления (перерегулирование, пределы управляющего сигнала и т. Д.), Которые делают конструкцию более надежной. Таким образом, закон управления не будет вызывать вибрации, как в подходе управления скользящим режимом. Параметры были оптимизированы, и легко реализуются благодаря использованию измеримых переменных в законе управления.

Рассмотрим динамические нелинейные системы n -го порядка, описываемые как

$$x(k+1) = f(x(k), u(k), k), \quad (1)$$

где $x(k)$ представляет системный вектор, $u(k)$ управляющий входной вектор и f является нелинейной функцией. Синтез синергетического контроллера начинается с выбора функции системных переменных состояния, которая называется макропеременной и зависит от переменных состояния.

$$\psi = \psi(x(k), k), \quad (2)$$

Задача управления состоит в том, чтобы заставить состояние системы работать на коллекторе $\psi = 0$. Разработчик может выбрать характеристики макропеременной в соответствии с рабочими характеристиками и спецификациями управления (перерегулирование, пределы управляющего сигнала и т. Д.). Временной синергетический подход, для процедуры теории управления (САСТ) $T\psi' + \psi = 0$ определяет скорость и траекторию сходимости к инвариантному многообразию [6]. Учитывая период выборки T_s , дискретный аналог получается следующим образом

$$T \left[\frac{\psi(k+1) - \psi(k)}{T_s} \right] + \psi(k) = 0 \quad (3)$$

где T – расчетный параметр, который задает скорость сходимости к коллектору. Уравнение (3) можно переписать как

$$T \left(\frac{T}{T_s - T} \right) \cdot \frac{T}{T_s} \cdot \psi(k+1) + \psi(k) = 0 \quad (4)$$

Рассмотрим нелинейные системы с дискретным временем, которые имеют представление в пространстве состояний

$$\begin{cases} x_1(k+1) = x_2(k), \\ x_2(k+1) = x_3(k), \\ \vdots \\ x_{n-1}(k+1) = x_n(k), \\ x_n(k+1) = f(x(k)) + u(k) + d(k), \\ y(k) = x_1(k) \end{cases} \quad (5)$$

где $f(x(k))$ – нелинейная функция, $x(k) = [x_1(k), x_2(k), \dots, x_n(k)]^T \in R^n$ – вектор состояния систем, который предполагает, что они доступны для измерения, $u(k) \in R^n$ и $y(k) \in R^n$ соответственно вход и выход системы, и $d(k)$ – внешнее возмущение, которое предполагается ограниченным.

Определитель ошибки отслеживания как:

$$\begin{aligned} e_1(k) &= x_1(k) - y_d(k), \\ &\vdots \\ e_2(k) &= x_2(k) - y_d(k+1), \\ e_n(k) &= x_n(k) - y_d(k+n-1), \end{aligned}$$

где $y_d(k)$ обозначает опорную траекторию. Уравнение ошибки слежения дается как

$$e(k+1) = Ae(k) + B[f(x(k)) + u(k) - y_d(k+n) + d(k)], \quad (6)$$

$$\text{где } A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Целью управления является создание контроллера для состояния $x_1(k)$ для отслеживания сигнала ядра желаемого опорного $y_d(k)$ в присутствии внешних возмущений и неопределенность $d(k)$. Управление $u(k)$ рассчитывается в соответствии с (4) и (6), что дает сигнал управления, который обеспечивает определенные свойства. Определим макропеременную как

$$\psi(k) = K_1 e_1(k) + e_2(k) = \sum_{i=1}^{n-1} K_i e_i(k) + e_n(k), \quad (8)$$

$$\psi(k+1) = K_1 e_1(k+1) + e_2(k+1) \quad (9)$$

где K_1 – параметр контроллера и

$$e_1(k+1) = x_1(k+1) - y_d(k+1) \quad (10)$$

$$e_2(k+1) = x_2(k+1) - y_d(k) \quad (11)$$

$$\psi(k+1) = K_1 x_1(k+1) - K_1 y_d(k+1) + x_2(k+1) - y_d(k) \quad (12)$$

$$\psi(k+1) = K_1 x_2(k) - K_1 y_d(k+1) + f(x(k)) + u(k) + d(k) - y_d(k) \quad (13)$$

Инкрементальное изменение $\psi(k)$ может быть выражено как

$$\begin{aligned} \Delta\psi(k+1) &= \psi(k+1) - \psi(k) = \\ &= \sum_{i=1}^{n-1} K_i e_i(k+1) + e_n(k+1) - \sum_{i=1}^{n-1} K_i e_i(k) - e_n(k) \\ \Delta\psi(k+1) &= \sum_{i=1}^{n-1} K_i e_i(k+1) + x_n(k+1) - y_d(k+n) - \\ &- \sum_{i=1}^{n-1} K_i e_i(k) - e_n(k) \\ \Delta\psi(k+1) &= \sum_{i=1}^{n-1} K_i e_i(k+1) + f(x(k)) - y_d(k+n) - \\ &- \sum_{i=1}^{n-1} K_i e_i(k) - e_n(k) \end{aligned} \quad (14)$$

$$\alpha = \frac{T}{T_s} \left(\frac{T}{T_s - T} \right) \quad (15)$$

Объединение уравнений (12) и (4) дает

$$\alpha[K_1 x_2(k) - K_1 y_d(k+1) + f(x(k)) + u(k) + d(k) - y_d(k)] + \psi(k) = 0 \quad (16)$$

Закон синергетического контроля выводится и дается как

$$\begin{aligned} u(k) &= f(x(k)) - K_1 x_2(k) + \\ &+ K_1 y_d(k) + y_d(k) - d(k) - \frac{1}{\alpha} \psi(k) \end{aligned} \quad (17)$$

Если $f(x(k))$ известно, мы можем легко построить закон синергетического управления (17). Однако этот контроллер содержит ограничение: знание $f(x(k))$, которое не всегда возможно, что делает реализацию невозможной.

Поэтому для преодоления очевидной проблемы далее предлагается адаптивный синергетический нечеткий контроллер, использующий систему нечеткой логики.

Поскольку $f(x(k))$ неизвестно, мы не можем реализовать идеальный контроллер (17), мы предполагаем, что нечеткая система может приближаться к $f(x(k))$. Нечеткая система – это набор правил IF-THEN в форме

$$R^{(l)} : \text{IF } x_1 \text{ is } F_1^l \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } F_n^l \text{ THEN } y \text{ is } G^l \quad (18)$$

где $x = (x_1, \dots, x_n)^T$ – вход нечетких систем, а y – его выход, F и G – нечеткие множества, для $l = 1, \dots, m$.

Таким образом, новый закон управления можно описать выражением

$$u_c(k) = -\hat{f}(x(k)) - K_1 x_2(k) + Ky_d(k) + y_d(k) - d(k) - \frac{1}{\alpha} \psi(k) \quad (20)$$

Нечеткое управление $u(k)$ выбирается в замкнутой системе как

$$u(k) = u_c(k) + u_r(k) + u_\psi(k) = u_c(k) + u_r(k) - \tau \psi(k) \quad (21)$$

где термин $u_r(k)$ – это надежный контроллер, который используется для ослабления внешних помех.

$$u_r(k) = -\frac{1}{2} \cdot [-\beta(k) + (\beta(k)^2 - 4A_0(k))^{1/2}] \cdot \psi(k)$$

с $A_0(k)$ и $\beta(k)$, которые будут определены позже. Затем, после простых манипуляций получим

$$\Delta \psi(k+1) = u_\psi(k) + u_r(k) + \tilde{\theta}_f^T(k) \xi(k) + \varepsilon(k) \quad (22)$$

$$\tilde{\theta}_f(k) = \theta_f^* - \theta_f(k)$$

$$V(k) = \frac{1}{2} (\psi^2(k) + \frac{1}{\gamma} \tilde{\theta}_f^T(k-1) \tilde{\theta}_f(k-1)) \quad (23)$$

$\Delta V(k+1)$ можно рассчитать как

$$\begin{aligned} \Delta V(k+1) &= V(k+1) - V(k) = \\ &= \frac{1}{2} \psi^2(k+1) - \frac{1}{2} \psi^2(k) + \frac{1}{2\gamma} \tilde{\theta}_f^T(k) \cdot \tilde{\theta}_f(k) - \\ &- \frac{1}{2\gamma} \tilde{\theta}_f^T(k-1) \cdot \tilde{\theta}_f(k-1) \end{aligned}$$

Используя адаптивный закон (23), получаем

$$\begin{aligned} \Delta V(k+1) &= \frac{1}{2} \psi^2(k+1) + \psi(k) u_\psi(k) + \\ &+ \psi(k) u_r(k) + \varepsilon(k) \psi(k) - \frac{1}{2\gamma} \Delta \tilde{\theta}_f^T(k) \Delta \tilde{\theta}_f(k) \end{aligned} \quad (24)$$

Из (22) имеем

$$\begin{aligned} |\Delta \psi(k+1)| &\leq |u_\psi(k)| + |u_r(k)| + \left| \tilde{\theta}_f^T(k) \xi(k) \right| + \\ &+ |\varepsilon(k)| \leq S_\psi + S_f \|\xi(k)\| + |u_r(k)| + \\ &+ S_\varepsilon \leq |A_0(k)| + |u_r(k)| \end{aligned} \quad (25)$$

$$\text{с } A_0(k) = s_\psi + s_f \|\xi(k)\| + s_\varepsilon$$

Взяв квадрат с обеих сторон (30), получим

$$\begin{aligned} |\Delta \psi(k+1)|^2 &\leq |u_r(k)|^2 + 2|A_0(k)| |u_r(k)| + 2|\psi(k)| |u_r(k)| + |A_0(k)|^2 - \\ &- 2\psi(k) |u_r(k)| \leq [-\beta(k) + (\beta(k)^2 - 4A_0(k))^{1/2}] |\psi(k)| \end{aligned} \quad (26)$$

$$\text{где } \beta(k) = 2(A_0(k) - |\psi(k)|)$$

Следовательно, (26) становится следующим:

$$\Delta V(k+1) = \varepsilon(k) \psi(k) + \psi(k) u_\psi(k) - \frac{1}{2\gamma} \Delta \tilde{\theta}_f^T(k) \Delta \tilde{\theta}_f(k) \quad (27)$$

Поскольку $\psi(k) u_\psi(k) < 0$, $\Delta \tilde{\theta}_f^T(k) \Delta \tilde{\theta}_f(k) > 0$, и на основе теоремы универсального приближения член $\varepsilon(k) \psi(k)$ очень мал

Итак, мы имеем: $\Delta V(k+1)$

Моделирование выполняется для реальной нелинейной модели системы с дискретным временем, представленной в канонической форме (5).

$$\begin{cases} x_1(k+1) = x_2(k), \\ x_2(k+1) = f(x(k)) + (K/T)u(k) + d(k), \\ y(k) = x_1(k) \end{cases} \quad (28)$$

где $f(x(k)) = -[a_1 x_2 + a_2 x_2^3(k)]/T$ представляет динамику системы.

$y_d(k) = \sin(k\pi/20)$ – траектория отсчета, представляет собой внешнее возмущение, начальные условия выбираются как

$$d(k) = \begin{cases} 0, & \text{if } k \leq 500 \\ 0.1 \tanh(0.5k), & \text{if } k > 500 \end{cases}$$

Функции принадлежности для состояний системы $x_i, i = 1, 2$ выбираются следующим образом:

$$\mu(x_i) = e^{(-0.5(x_i + 6 - 2(j+1))^2)}, \quad j = 1, \dots, 5, \quad \gamma = 10^{-3}, \quad \text{период выборки составляет } Ts = 0,02 \text{ с.}$$

Моделирование выполняется там, где временные изменения переменной $x_1(k)$ и эталона траектории $y_d(k)$ показаны на рис.1.

Рисунок 1.

Рисунок 2.

Из этого рисунка получаются хорошие характеристики слежения, где общее число выборок составляет 3000. Рис. 2 указывает на то, что предлагаемый адаптивный Синергетический нечеткий контроллер $u(k)$ ограничен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа состоит в исследовании надежного синергетического адаптивного нечеткого контроллера, разработанного для класса нелинейных

систем с дискретным временем. Анализ устойчивости основан на теории Ляпунова. Показано, что все сигналы в замкнутой системе ограничены и ошибка отслеживания очень мала. В качестве будущей работы предстоит заняться реализацией наблюдателя состояний в случае, когда состояния системы не все доступны. Необходимо будет использовать тот же алгоритм для хаотических нелинейных систем, таких как система хаосов Хенона.

Список литературы:

1. H. F. Ho, Y.K. Wong, and A.B. Rad, "Adaptive fuzzy sliding mode control with chattering elimination for nonlinear SISO systems," *Simulation Modeling Practice and Theory*, vol. 17, no. 7, pp. 1119-1120, august 2009.
2. D. S. Young, H. Won, E. Santi, and A. Monti, "Synergetic control approach for induction motor speed control", 30th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, November 2 - 6, 2004, Busan, Korea.
3. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. – М.: Энергоатомиздат, 1994.
4. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза. – М.: КомКнига, 2006.
5. Красовский А.А. Развитие и становление современной теории управления // Синергетика и проблемы теории управления / Под ред. А.А. Колесникова. -М: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - С. 13-34.
6. Сиддигов И.Х., Усманов К.И. Якубова Н.С. "Синергетическое управления нелинейными динамическими объектами", Актуальные проблемы инновационных технологий химической и пищевой промышленности сборник трудов Республиканской научно-технической конференции. 21 октября 2019 г. С. 165-168.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

РАСЧЕТ И ВЫБОР ТОЛЩИНЫ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

*Мамасалиева Мукаддас Ибадуллаевна**ст. преп. кафедры “Техника оказания услуг” Машиностроительного факультета
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова
Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: m_mamasaliyeva@mail.ru*CALCULATION AND SELECTION OF THE THICKNESS OF WEAR-RESISTANT COATINGS
OF STEEL PIPES*Mukaddas Mamasaliyeva**Senior Lecturer, Department of Service Engineering, Faculty of Machine building,
Tashkent State Technical University after named Islam Karimov
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты работ по продлению срока службы стальных трубопроводов с помощью покрытия рабочих поверхностей. Описан способ проведения испытания на интенсивной среде абразивного износа, с целью изучения износостойкости и прочности пленки. Также производится схема предлагаемого стенда для испытания и способы замеров и расчетные формулы по определению первоначальной и оставшейся после испытания толщины покрытия изделия.

ABSTRACT

The article presents the results of work on extending the service life of steel pipelines by coating work surfaces. A method for conducting a test on an intensive abrasive wear environment, in order to study the wear resistance and strength of the film. Also, a diagram of the proposed test bench and measurement methods and calculation formulas for determining the initial and remaining thickness of the product coating after the test are provided.

Ключевые слова: износостойкость, покрытие, гидроабразивный износ, пленка, лунка, микротвердомер, закон синусов.

Keywords: wear resistance, coating, hydroabrasive wear, film, well, micro hardness tester, sine law.

Для повышения срока службы стальных трубопроводов в последнее время выдвигается предложение о покрытии рабочей поверхности труб износостойкими пленками, в частности, на основе раствора жидкого стекла. Изучение устойчивости и прочности покрытой поверхности требует оборудование, знаний и навыков. Так, например, прочность толщины покрова можно выявить микротвердомером, измеряя размеры изделия до и после нанесения покрытия. Для получения точного результата замеры необходимо производить именно в тех местах, где были произведены замеры до нанесения покрытия. Малейшее изменение места замера может приводить к большим погрешностям.

Толщина получаемого покрытия зависит от концентрации раствора, способа нанесения покрытия и подготовленности поверхности труб. Как известно, для закрепления раствора на поверхности трубы необходимо разместить в печи и выдержать ее в течение 4-6 часов при температуре 150°C [4]. Вода, имеющаяся в составе жидкого стекла, под действием высокой температуры и времени, испаряется. Образуется водостойкая и прочная пленка.

Для определения прочности и износостойкости образованной пленки используется установка на предмет устойчивости гидроабразивному износу [6], схема которого приводится на рисунке 1.

Рисунок 1. Схема установки для изучения ударно-гидроабразивного изнашивания поверхностей в потоке жидкости:

1, 2 – вентиль; 3 – емкость для пульпы; 4 – центробежный насос;
5 – электродвигатель; 6 – мешалка; 7 – сменные сопла; 8 – держатель;
9 – образец испытуемого материала; 10 – испытательный бункер

В установке испытание проводится в ускоренном режиме, создается определенное давление и усилие на поверхности изделий путем замены сопла. Сила действия применяемой жидкости во много раз больше, чем в обычных условиях эксплуатации. Поэтому, умножая на коэффициент ускорения, можно находить реальный срок эксплуатации. Или это выглядит так:

$$T_{\text{экс}} = k T_{\text{исп}} \quad (1)$$

где $T_{\text{экс}}$ – расчетный срок эксплуатации год, $T_{\text{исп}}$ – продолжительность испытания ч, k – коэффициент ускорения.

Величина коэффициента ускорения зависит от применяемого состава жидкости и давления при испытании.

Толщина нанесенной пленки покрытия определяется способом измерения. Для этого перед нанесением замеряется микрометром в определенных местах образец трубы. Повторный замер производится именно по заранее проведенным местам замера после нанесения специального раствора жидкого стекла и сушки его по техническому требованию. Места замера образца показаны на рисунке 2.

Рисунок 2. Схема места замера образца

Износостойкость и толщина пленки определяются разными методами.

Методом микрометража определяются линейный износ с помощью измерения микрометрами, индикаторами [3] и т.д.

Методом взвешивания измеряют суммарный износ (по потере массы) по поверхности трения.

Основной задачей является создание дополнительной прочной пленки, поэтому после образования и высушки, на определенной точке поверхности

пленки микротвердомером, придавливая, необходимо создать лунку. Микрометром или индикатором определяется толщина пленки, а также измеряются линейные размеры величин лунки в микронах.

Далее проверяется износостойкость и устойчивость пленки образца в стенде. Для этого образец ставится в специальное место на стенде и сверху подается раствор (вода с грязью) под давлением. Для определения термостойкости пленки, одновременно нагревается раствор до 100°C. При таком условии испытания каждый выдержанный час приравнивается к

несколько месяцев эксплуатации обычной отопительной системы. Это можно определить, умножая длительность испытания на коэффициент ускорения. Поэтому, после испытания образца на стенде через определенное количество часов изучается состояние пленки и замеряются те величины, которые были измерены до испытания, именно по тем проверенным местам.

Метод искусственных баз определяет величину износа по измерению размеров суживающегося углубления (профиль которого известен), для этого вначале измеряют длину лунки L , после испытания оставшуюся длину лунки L_1 , которые являются основными параметрами для определения изношенной толщины пленки (рис. 3)

Рисунок 3. Схема лунки шарообразного микротвердомера

Зная радиус лунки, изношенная толщина пленки определяется по формуле

$$\Delta h = h - h_1 = \frac{L^2 - L_1^2}{8r} \quad (2)$$

где, Δh – линейный износ в месте отпечатка, h, h_1 – глубина отпечатка до и после изнашивания, L, L_1 – длина лунки до и после изнашивания, r – радиус, описываемый сферической лункой.

Использование другого алмазного пирамидного микротвердомера марки ПМТ-3 с усилием нажатия 5 кг или 49 Н [3], острота в кончике твердомера составляет 136° (рис.4). Для определения толщины изношенного слоя применяется следующая формула

$$\Delta h = h - h_1 = \frac{1}{m} (d_1 - d_2) \quad (3)$$

где d_1 и d_2 – длина диагонали отпечатка до и после изнашивания, m – коэффициент пропорциональности (при угле пирамиды $\alpha = 136^\circ m = 7$).

Рисунок 4. Схема лунки пирамидного микротвердомера

Как видно из рисунка 4 основные геометрические параметры трубы являются внутренние и наружные диаметры ($D_{вн}$; $D_{нар.}$).

Целью испытания являются получения износостойкости (устойчивости) образцового диаметра с помощью пленки, ($D_{обр.}$).

Тогда толщину пленки можно вычислить после измерения всех диаметров трубы до испытания

$$h = (D_{обр.} - D_{нар.}) / 2 \quad (4)$$

Оставшаяся толщина пленки после испытания определяется аналогичной формулой

$$\Delta h^* = (D_{обр.}^* - D_{нар.}) / 2 \quad (5)$$

где, $D_{обр.}^*$ - диаметр трубы с пленкой после испытания.

Рисунок 5. Схема следа пирамидного микротвердомера
а) - вид сверху, б) вид поперечного сечения.

Как видно, по поперечному сечению, лунка состоит из двух прямоугольных треугольников (рис. 5). а также первый угол прямоугольного треугольника будет равен

$$\beta = \frac{\alpha}{2} \quad (6)$$

где α – угол остроты микротвердомера.

Устойчивость или износостойкость пленки определяется при повторном измерении величин d или площади следа лунки $a \times a$. В последствие износа и растворения эти размеры и площадь соответственно уменьшаются.

Измеряя величину ϵ и учитывая, что микротвердомер вертикально давит на поверхность трубы, оставляет симметричный след, т.е. состоящих из двух прямоугольных треугольников можно вычислить угол Ψ .

$$\Psi = 180^\circ - (90^\circ + \beta) \quad (7)$$

Зная эти величины и согласно закону [5] синусов толщину пленки можно вычислить по следующей формуле.

$$H = \epsilon \times \sin \Psi \quad (8)$$

Точно таким же путем вычисляется толщина пленки после проведения испытания и определяется оставшаяся толщина пленки.

$$\Delta h^* = \epsilon^* \times \sin \Psi \quad (9)$$

Прочность исследуемой пленки определяется по формуле.

$$\Delta h = h - \Delta h^* \quad (10)$$

Если значение, Δh чем ближе к нулю, тогда применяемый раствор считается прочным и износостойким.

Таким образом, можно сделать вывод, что определение толщины пленки используя закон синусов, усложняет процесс расчёта. Так как для измерения величины следа микротвердомера (ϵ -гипотенуза прямоугольного треугольника) создаст ряд сложностей, и возможно большие погрешности. При наличии микротвердомера производим измерение и расчет износа пленки по формулам 2,3,4,5. Тем самым для определения прочности и износостойкости, а также толщины износостойкой пленки микротвердомером на сегодняшний день [1] являются доступным, простым и достоверным способом.

Список литературы:

1. Бикбаева З.Г., Полисадова В.В., Панина А.А. Методическое указание к выполнению лабораторных работ. Томск; ТПУ, 2011. – 23 с.
2. Григорович В.К. Твердость и микротвердость металлов. М; «Наука», 1976. -230с.
3. Икрамов У.И., Ливитин М.А. Основы трибоники. Т; «Укитувчи», 1984. - 180 с.
4. Корнеев В.И., Данилов В.В. Жидкое и растворимое стекло. С.П; Стройиздат. 1996 -183 с.
5. Махкамов К.Х., Алибоев Б.А. Ударно-гидроабразивное изнашивание. Монография. Т; ТГТУ, 2012. - 96 с.
6. Погорелов А.В., Геометрия.Т. «Укитувчи», 1991. - 366 с.

ОБОСНОВАНИЕ ТИПА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО БАРАБАНА КЕНАФОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КУ – 0,2

Игамбердиев Холмурод Хайдарович

канд. техн. наук, доцент, Джизакский Политехнический институт,
Узбекистан, г. Джизак

E-mail: Igamberdiyev1953@mail.ru

Абдурахманов Азизжон Махмуджон угли

студент, Джизакский Политехнический институт,
Узбекистан, г. Джизак

E-mail: aziz_zver1998@mail.ru

SUBSTANTIATION OF THE WORKING SURFACE TYPE OF A STRIPPING CYLINDER OF THE KENAF HARVESTER KY - 0.2

Holmurod Igamberdiyev

Candidate of Sciences, Associate Professor, Jizzakh Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Jizzakh

Azizjon Abdurakhmanov

Student, Jizzakh Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Jizzakh

АННОТАЦИЯ

В статье приведены схемы лабораторной установки, методика и результаты экспериментальных исследований по выбору типа рабочей поверхности очесывающих барабанов, предназначенных для съёма листьев и коробочек зеленого кенафа при использовании их в схеме Комбайна КУ-0,2. По полноте очеса наилучшие результаты показали барабаны с гладко ячейистой рабочей кромкой лопастей: при частоте вращения $n \geq 600 \text{ мин}^{-1}$, полнота очеса достигнута 90%. Причем по повреждаемости лубяного слоя гладкая и гладко-ячейистая поверхности лопастей характеризуются близкими показателями, не превышающими 4%.

ABSTRACT

The article presents schemes of the laboratory setup, the methodology and the results of experimental studies on the choice of the type of working surface of the stripping cylinders intended for the removal of leaves and boxes of green kenaf when they are used in the harvester scheme KY-0.2. In terms of tow completeness, the best results have been shown by cylinders with a smoothly mesh working edge of the blades: at a rotation speed $n \geq 600 \text{ min}^{-1}$, the tow completeness reaches 90%. Moreover, by the damage to the bast layer, the smooth and smooth-cellular surfaces of the blades are characterized by close indicators, not exceeding 4%.

Ключевые слова: Очес, засоренность, Лубоотделения, закостренность, стебель, луб, критериями оценки, лопасть, повреждаемость, кенаф.

Keywords: tow; impurity; bast separation; sprits; stem; bast; evaluation criteria; blade; damage; kenaf.

Посевы кенафа подразделяются на семенные и зеленцовые, причем последние занимают 90% площадей.

В последние годы разработана конструкция кенафоуборочного комбайна КУ-0,2 первая промышленная партия которого выпущена в 1980 г.

Многолетними испытаниями комбайна установлено, что это машина не обеспечивает полной очистки луба: закостренность колеблется в пределах 18-25%, засоренность листьями и коробками достигает 10-15%. Наличие листьев и коробочек на стеблях и лубе ухудшает соответственно процесс лубоотде-

ления при полевой переработке стеблей на луб и процесс получения волокна при заводской обработке луба. Основная часть этих компонентов в процессе полевой переработки распыляется по полю, а оставшиеся на лубе – отделяются в отходы в процессе заводской переработки на волокно, тогда как они могут быть использованы в качестве корма в животноводстве.

Для обоснования типа рабочей поверхности и параметров очесывающих барабанов разработан лабораторный стенд. Он состоит из пары семенных очесывающих барабанов, позволяющих изменить количество лопастей транспортера, на цепь которого

прикреплен поводок и трубы с прорезами по вертикальной диаметральной оси с ползуном, в которую через прорезь ввернут поводок с зажимным устройством. Привод осуществляется от электродвигателя через вариатор и цепную передачу.

Процесс очеса производится следующим образом: при выключенном приводе стенда проворачиванием барабанов поводок цепи вручную устанавливается впереди поводка ползуна, затем комлевая часть стеблей закрепляется в зажимном устройстве ползуна, средняя часть стебля вставляется между смежными лопастями пары барабанов и включается привод. Таким образом, за время полного обегания поводка цепи до взаимодействия с поводком ползуна барабаны получают стабильную частоту вращения, после чего стебель транспортируется и происходит очес листьев и коробочек. Скорость транспортера для всех вариантов опыта была постоянной, равной скорости движения стебля вдоль своей оси в лубоотделяющей части комбайна КУ – 0,2. т.е $V_{тр} = 1,27 \text{ м/с}$. Это достигалось сменой приводной звездочки транспортера при изменении частоты вращения барабанов вариатором.

Для выбора типа рабочей поверхности очесывающих барабанов опыты проведены с тремя типами рабочих кромок лопастей – гребенчатой, гладкой и гладко ячеистой.

Исследования выполнены на свежесрезанных стеблях, с целью сведения до минимума влияния неучтенных факторов, в каждой повторности использовались стебли, одинаковые по длине и характеру облиственности. Причем одновременно пропускалось по три стебля различной длины: 3,0; 2,5 и 2,0 м, кото-

рые подбирались на поле. Критерием оценки служила полнота очеса листьев и коробочек в процентах по их массе, а также поврежденность лубяного слоя, которая выражается отношением количества точек на стебле с оборванными волоконцами к общему количеству ударов лопастей барабана по всей длине стебля, которое подсчитывается следующим образом.

$$N = t \cdot u = \frac{L_{04} \cdot n \cdot Z \cdot 0.01}{V_{тр}},$$

$$\text{где } t = \frac{L_{04} \cdot 0.01}{V_{тр}} - \text{ время прохождения зоны}$$

стебля от начала очеса до верхушки с;

$V_{тр}$ – скорость транспортера, м/с;

$u = n \cdot Z$ – число воздействий лопастей одного барабана на стебель в 1 с;

Z – число лопастей на барабане, шт.;

n – частота вращения барабана, с^{-1} .

На рис. 1 представлены графики в виде зависимости качества очеса от частоты вращения барабанов с различными типами рабочих кромок лопастей, откуда видно, что по полноте очеса наилучшее показатели у барабанов с гладко – ячеистой кромкой лопасти (диаметр барабана $D = 300 \text{ мм}$; радиус ячеек 10 мм ; количество бил – 4 шт; интерсекция – 100 мм .) Барабаны с такой кромкой лопасти обеспечивают полноту очеса более чем 90% при частоте вращения $n \geq 600 \text{ мин}^{-1}$. Причем оборванные листья характеризуются минимальным их измельчением. Последнее важно из условий хранения зеленой массы в бункере в процессе их сбора и транспортировки.

Рисунок 1. Влияние форм рабочей поверхности барабанов на качество очеса

Π_0 – полнота очеса;

$\Pi_{\text{л}}$ – повреждение луба;

1 – гладко ячеистая; 2 – гребенчатая; 3 – гладкая;

Наихудшие результаты по полноте очеса у двух других типов рабочих кромок – гладкой лопасти и

гребенчатой. Это можно объяснить тем, что при воздействии гребенки на стебли листья обрываются не у

основания черешка, т.к. за счет ударных воздействий пальцев гребенки обрывается сама листовая пластина и, в большинстве случаев, кусочки листовой пластинки. При воздействии же гладкой лопасти не подвергаются очесу боковые листья и коробочки.

Что касается повреждаемости, то по этому показателю наилучшие результаты у гладких лопастей, наихудшее – у гребенчатых. Причем, для последнего типа характерно резкое повышение повреждаемости с увеличением частоты вращения барабанов.

Следует отметить, что в отличие от очесывающих барабанов, предназначенных для сбора листьев

и коробочек зеленцового кенафа, наличие гребенчатой поверхности очесывающих барабанов кенафных молотилок не приводит к повреждению стеблей, так как этот процесс производится на сухих стеблях с очень прочным лубяным слоем.

Поскольку барабаны с гладкими и гладко – ячеистыми лопастями характеризуются близкими показателями по повреждаемости, по полноте же очеса предпочтителен последний тип.

Эффективность выбранного типа рабочей кромки бил подтверждена и последующей проверкой их в полевых условиях.

Список литературы:

1. Игамбердиев Х.Х. и др «Обоснование параметров очесывающего аппарата кенафоуборочного комбайне» Международной научно-практической конференция Г. Уфа: Аэтерна с 84...88
2. Игамбердиев Х.Х. и др «Теоритическое обоснование увязки очесывающего аппарата с лубоотделяющей частью лубокомбайна» Журнал «Молодой ученый» №7.2 (111.2) Казань, 2016 с 57...58
3. Игамбердиев Х.Х. и др «Обоснование параметров очесывающего аппарата кенафоуборочного комбайне» Журнал «Молодой ученый» №2 (106) Казань, 2016 с 161...162
4. Игамбердиев Х.Х и др «Кенафоуборочный комбайн с очесывающим аппаратом» Журнал «Молодой ученый» №3 (407) Казань, 2016 с 107...108

ДИНАМИКА ТРАНСМИССИИ ХЛОПКОУБОРОЧНОГО АГРЕГАТА

Ахмеджанов Юсуф Аббасович

ст. преп. Ташкентского государственного технического университета,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: yusuf1956@mail.ru

DYNAMICS OF THE COTTON HARVESTING UNIT TRANSMISSION

Yusuf A. Akhmedjanov

Senior lecturer Tashkent state technical University,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривалось влияние различных факторов на формирование крутящего момента на ведущих колёсах хлопкоуборочного агрегата. На основе экспериментальных данных построены нормированные корреляционные функции и спектральные плотности, определена линейная связь между рассматриваемыми процессами, определены факторы, которые влияют на крутящий момент на ведущих колёсах. Полученные данные необходимы для расчёта трансмиссии трактора, а также можно воспользоваться для расчёта несущих систем агрегата на прочность.

ABSTRACT

This article examines the influence of various factors on the formation of torque on the driving wheels of a cotton harvesting unit. On the basis of experimental data, normalized correlation functions and spectral densities are constructed, a linear relationship between the processes under consideration is determined, and factors that affect the torque on the driving wheels are specified. The obtained data is necessary for calculating the tractor transmission, and can also be used for calculating the load-bearing systems of the unit for strength.

Ключевые слова: сила реакции, крутящий момент, корреляционная функция, ведущая ось, спектральная плотность.

Keywords: the reaction force, torque, the correlation function, leading axis, spectral density.

Для изучения вопросов общей динамики хлопкоуборочного агрегата необходимо исследовать процессы колебаний, нормальных реакций, их динамическое перераспределение и связь с крутящим моментом на ведущей оси трактора.

На направляющее колесо агрегата вместо серийной устанавливалась тензометрическая ось, выполненная в виде двухопорной балки [5], с помощью которой обеспечивалась непрерывность записи процесса колебания опорной реакции на осциллографе тензометрической кабины [3].

Для изучения нормальных реакций на ведущих колёсах на специально подготовленные участки диаметрально противоположных поверхностей гильз телескопического заднего моста трактора наклеивались по два тензодатчика ($R_d = 200$ см, база 20 мм),

которые соединялись в мостовую схему и подключались к измерительной аппаратуре тензокабины [3, 5].

Тензоэлементы измерения нормальных реакций тарировались до и после проведения опытов с помощью образцовых динамометров ДОСМ, приведенная погрешность не превышала 2,0 - 2,5 %.

Результаты обработки полученных данных позволили предположить, что изменение нормальных реакций близко к нормальному закону распределения [1, с.21]. В табл.1 приведены усредненные результаты многократных повторностей измерения колебаний нормальных реакций на колёсах, их статистическая характеристика и средние значения статических реакций.

Приведенные данные соответствуют работе агрегата с полным бункером хлопка.

Таблица 1.

Данные работы агрегата с полным бункером хлопка

Нормальная реакция	Передатчик КПП	Статистические характеристики				Среднее значение статистических характеристик СТ _{max} =7,5 kN
		M[m _x]	σ [m _x]	M[σ_x]	σ [σ_x]	
Направляющее колесо	I	112,24	5,8	8,76	1,4	1,3
	II	117,64	6,4	10,43	1,9	
Ведущее колесо	I	337,66	15,3	33,96	2,58	3,1
	II	345,62	17,4	36,17	2,42	

$M[m_x]$ – оценка математического ожидания величин $R_{\text{напр}}$ и $R_{\text{вед}}$ по всем повторностям, m_x – оценка математического ожидания одной повторности, полученная в результате обработки опыта на классификаторе ПОБД-12;

$\sigma[m_x]$ – оценка среднеквадратичного отклонения значений m_x . Используя правила «трёх сигм», можно получить пределы колебаний среднего значения $R_{\text{напр}}$ и $R_{\text{вед}}$;

$M[\sigma_x]$ – оценка математического ожидания среднеквадратичных отклонений отдельных повторностей;

$\sigma[\sigma_x]$ – оценка среднеквадратичного отклонения значений σ_x .

Анализ экспериментальных данных показывает, что при установившемся режиме работы хлопкоуборочного агрегата изменения нормальных реакций на его колесах, могут рассматриваться как стационарные случайные процессы, обладающие свойствами эргодичности.

Из теории случайных функций известно [2, 4], что стационарной является такая случайная функция, вероятностные характеристики которой не зависят от времени (начала отсчета), т.е. если имеется достаточно длительная реализация, то любые два (или более) участка этой реализации равной продолжительности обладают одинаковыми вероятностными характеристиками.

Важнейшим признаком случайных процессов является эргодичность, которая показывает, что средние значения любых характеристик, полученные из ряда реализаций, совпадают со средними по времени. Это означает, что любая из реализаций должна сохранять все остальные свойства процесса, т.е. быть достаточно представительной.

Известно, что оценка случайных процессов производится с учетом статистических характеристик [2, 6]: математического ожидания, дисперсии, корреляционной функции и спектральной плотности. Нельзя ограничиваться определением только средних значений и квадратичных отклонений, как это обычно принято, так как последние не отражают внутренней структуры (динамики) случайных процессов.

На рис.1 представлены нормированные корреляционные функции $\rho(\tau)$ характеризующие степень зависимости между значениями ординат в различные моменты времени, и нормированные спектральные плотности $\omega(\sigma_x)$, описывающие частотный состав процессов изменения нормальных реакций на колесах, полученные путем обработки информации об изучаемых процессах на компьютере. Полученные корреляционные функции типичны для стационарных процессов, наблюдаемых при работе сельхозагрегатов. С ростом корреляционная связь между ординатами процесса ослабевает. Время корреляционной связи для рассматриваемого процесса заходит в пределах 0,25...0,55 сек.

Рисунок 1. Нормирование корреляционных функций $\rho(\tau)$ и нормированные спектральные плотности $\omega(\sigma_x)$

При рассмотрении спектральных плоскостей можно сделать вывод, что для данных процессов характерны низкочастотные спектры дисперсий, основная доля которых приходится на диапазон 0-3 гц.

Как показали опыты, ширина полосы спектра существенно не зависит от скорости движения хлопкоуборочного агрегата.

На графиках спектральных плотностей имеются ярко выраженные пики на частотах 0,6-0,8-1,0 гц, а для процесса $R_{\text{напр}}$ также на частотах 1,8...3.2 гц.

Эти частоты во многом определяются динамическим перераспределением нормальных реакций, в результате воздействия ведущего момента трактора M_k , а также колебаниями остова агрегата, зависящими от параметров его систем и микропрофиля поверхности поля.

Колебательный процесс нагрузки на колесах происходит около значений их математических ожиданий. Величина m_k на направляющем колесе в процессе работы меньше статической нормальной реакции, приходящейся на колесо (табл.1), ввиду динамического перераспределения нагрузки между колесами хлопкоуборочного агрегата в результате воздействия реактивного момента M_p , т.е.

$$\Delta R_{\text{напр}} = \frac{M_k}{L},$$

где $\Delta R_{\text{напр}}$ – динамическое уменьшение опорной реакции;

$M_p = M_k$ – реактивный момент, равный крутящему моменту трактора;

L – продольная база агрегата.

Соответственно изменяются нормальные реакции на ведущих колесах.

Представляет интерес связь между ведущим моментом трактора и нормальными реакциями на колесах. Воспользуемся для изучения этих связей взаимно корреляционной функцией, которая характеризует корреляцию между значениями случайных процессов при различном сдвиге.

На рис.2 показаны нормированные взаимные корреляционные функции $\rho_{xy}(\tau)$ между крутящим моментом на правом колесе и нормальной реакцией на направляющем колесе (на I-й и II-й передачах) и между нормальной реакцией на правом ведущем колесе и крутящим моментом на том же колесе.

Если проследить связь между процессами $M_{\text{кпр}}(t)$ и $R_{\text{напр}}(t)$, то можно отметить зависимость между переменной (динамической) составляющей момента и нормальной реакцией.

Из графика видно, что при обеих скоростях движения наблюдается отрицательная связь между процессами при нулевом сдвиге, равная 0,32 и 0,17 соответственно на I-й и II-х передачах агрегата. Это означает, что увеличение крутящего момента приводит к уменьшению нормальной реакции на направляющем колесе.

Рисунок 2. Нормированные взаимно корреляционные функции $\rho_{xy}(\tau)$

Наибольшая корреляция имеет место при сдвиге $\tau = 0,1 - 0,2$ сек. Период изменения взаимной корреляционной функции соответствует основной частоте крутящего момента на колесе и составляет 0,8-1 гц.

Значение функции когерентности, которая используется для определения степени линейной связи между рассматриваемыми процессами, на частотах 0,8-1,0 гц составляет 0,65-0,85, а на частотах 1,8...2,2 гц - 0,5...0,75, что говорит о довольно тесной связи между данными процессами.

Связь между процессами $R_{\text{вед}}(t)$ и $M_{\text{кпр}}(t)$ выражена слабее.

Это показывает, что динамическое изменение нормальной реакции не является определяющим при формировании крутящего момента на ведущем колесе трактора. Большое влияние оказывают на процесс изменения ведущего момента на колесе микро-рельеф поля и физико-механические свойства почвы.

Полученные результаты могут быть применены при определении факторов, формирующих крутящий момент на ведущих колесах, который необходим для расчета трансмиссии трактора.

Кроме того, полученные данные можно использовать при расчетах несущих систем агрегата на прочность.

Список литературы:

1. Азимов Б.М., Якубжанова Д.К. Концептуальные особенности основ оптимального управления машинно-тракторными агрегатами. «International scientific and practical conference world science»- *ROST* (Dubai). – 2017. Том 2. № 7. -С. 21-24
2. Барский И.Б. и др. Динамика трактора. – М.: "Машиностроение", 1973. – С.22-24.
3. ВАСИЛЬЕВ А.В., РАППОПОРТ Д.М. ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ТРАКТОРОВ. М.: МАШИНОСТРОЕНИЕ, 1963. - 340 С.
4. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельхозагрегатов, М.: "Колос", 1981. -382 с.
5. Макаров Р.А., Ренский Л.Б. и др. Тензометрия в машиностроении. М.: Машиностроение, 1975. - 288 с.
6. Свитачев А.И. Моделирование и оптимизация динамической нагруженности силовых передач транспортных машин. Автореф. дис. на соис. уч. степ. д.т.н. – Иркутск, 2005. -20 с.

ВИБРАТОР БЕСШПИНДЕЛЬНОГО ХЛОПКОУБОРОЧНОГО АППАРАТА И ОПТИМИЗАЦИЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ

Урунов Абдухалил Маджидович

*канд. техн. наук, Самаркандский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: urunovabduxalil@gmail.com*

SPINDLE-FREE COTTON-CLEANER VIBRATOR AND OPTIMIZATION OF ITS PARAMETERS

Abdukhalil Urunov

*Cand. tech. Sciences, Samarkand State University,
Republic of Uzbekistan, Samarkand*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены принцип работы серийных хлопкоуборочных машин и новый способ сбора хлопка-сырца из раскрытых коробочек, обеспечивающий сохранение природных технологических свойств и исключение предуборочной дефолиации кустов. Основное отличие от существующих – комплексное воздействие нескольких возмущающих сил: вибрации, ионизации, электростатического поля и воздушных потоков на дольки хлопка-сырца.

ABSTRACT

The article describes the principle of operation of serial cotton pickers and a new method for collecting raw cotton from open boxes, which preserves the natural technological properties and eliminates pre-harvest defoliation of bushes. The main difference between which and the existing ones is the combined effect of several disturbing forces: vibration, ionization, electrostatic field and air flows on the cotton segments.

Ключевые слова: хлопкоуборочная машина, возмущающая сила, способ сбора хлопка-сырца, вибрация, природных технологических свойств.

Keywords: cotton picking machine, disturbing force, method of collecting raw cotton, vibration, natural technological properties.

Известно, что принцип работы серийных хлопкоуборочных машин основан на извлечении долек хлопка-сырца из раскрытых коробочек хлопчатника путем механического воздействия вращающихся вокруг своих осей вертикальных зубчатых рабочих органов шпинделей. При этом для обеспечения контакта рабочих органов с раскрытыми коробочками кусты хлопчатника габаритной шириной 40-50 см принудительно сжимаются в рабочей щели 32-34 мм между противостоящими шпинделями. Извлечение долек хлопка-сырца из коробочек происходит за счет захватывания их зубцами, растяжения и наматывания на цилиндрическую поверхность шпинделей.

Изложенный процесс механического воздействия на хлопок-сырец и другие элементы кустов хлопчатника вызывает отрицательное влияние на технологические свойства собранного хлопка-сырца. Выкалывание зубьев шпинделей в хлопок-сырец при их наматывании на шпиндель может привести к разрыву волокон. Принудительное сжатие кустов хлопчатника в рабочей камере вызывает повреждение их элементов, приводящее к повышению засоренности хлопка-сырца, а также сбивание на землю нераскрытых коробочек.

Кроме того, серийные хлопкоуборочные машины требуют предуборочную дефолиацию хлопчатника с

целью снижения засоренности хлопка-сырца, что отрицательно влияет на экологию.

В связи с вышеизложенным, под руководством д.т.н., профессора Г. Ш. Зокирова, проводятся исследования по созданию хлопкоуборочной машины, обеспечивающей сохранение природных технологических свойств собранного хлопка-сырца и исключение предуборочной дефолиации кустов.

Предложен новый способ сбора хлопка-сырца из раскрытых коробочек, основным отличием которого от существующих является комплексное воздействие нескольких возмущающих сил: вибрации, ионизации, электростатического поля и воздушных потоков на дольки хлопка-сырца.

Возмущающая сила вибрации обеспечивает уменьшение силы связи долек хлопка-сырца со створками коробочек или полное их отделение. Эта сила создается за счет ударного колебательного воздействия рабочего органа вибрационного устройства уборочного аппарата машины – вибратора на нижнюю часть стеблей кустов хлопчатника.

Вибратор состоит из двух основных частей: ударного рабочего органа и передаточного механизма.

Нами разработаны и экспериментально проверены вибраторы с различными конструкциями рабочих органов и передаточных механизмов.

С целью определения входных параметров движения рабочего органа для синтеза передаточного механизма вибратора были исследованы закономерности передачи частоты и амплитуды рабочего органа на элементы кустов хлопчатника.

Анализ технологического процесса показывает, что эффект воздействия вибратора на кусты хлопчатника оказывает определяющее влияние на показатели работы бесшпиндельного хлопкоуборочного аппарата. Эффект воздействия вибратора в свою очередь зависит от ряда факторов, связанных с его рабочим процессом и конструкцией. Определение оптимального сочетания численных величин этих факторов, обеспечивающего требуемую эффективность воздействия, возможно планированием и проведением многофакторного эксперимента [1, 2].

На основе результатов поисковых однофакторных опытов установлено, что основными факторами, определяющими эффект воздействия вибратора на кусты хлопчатника являются: частота колебания рабочего (ударного) органа вибратора, Гц - x_1 , амплитуда колебания рабочего органа А, мм - x_2 высота точки удара рабочего органа по стеблю куста хлопчатника относительно его основания мм - x_3 . В качестве критерия оптимизации y , выражающего эффект воздействия вибратора, было принято количество раскрытого хлопка-сырца, уменьшившего связи со створками коробочек или потерявшего эту связь.

В целях исследований и рабочей гипотезы указывалось на необходимость сохранения природных технологических свойств хлопка-сырца при сборе его бесшпиндельным уборочным аппаратом с вибратором кустов хлопчатника. В связи с этим, для определения влияния рабочего процесса бесшпиндельного уборочного аппарата с предлагаемым вибратором на технологические свойства собранного хлопка-сырца были проведены стендовые опыты.

Рисунок 1. Двумерные сечения поверхности отклика при $x_3=0$

Рисунок 2. Двумерные сечения поверхности отклика при $x_2=0$

Рисунок 3. Двумерные сечения отклика при $x_3=0$

С поля были срезаны и привезены недеформированные кусты хлопчатника сорта «Ташкент-1», засеянные на междурядьях 90 см и раскрытые на 65...80%. Часть из них была закреплена на рейке стенда, которой затем сообщено поступательное движение в рабочей камере аппарата с предлагаемым вибратором. С собранного в процессе работы аппарата хлопка-сырца были отобраны образцы (вариант 1) для определения их технологических свойств. С оставшейся части кустов раскрытый хлопок-сырец был собран вручную, из него также были отобраны образцы для анализа (вариант 2).

Образцы хлопка-сырца были переданы для анализа в исследовательскую лабораторию НПО «Хлопкопром». Лабораторный анализ проводился на приборах ДШ-3М и Жукова в десятикратной повторяемости. В таблице 1 приведены обработанные статистические результаты анализа. Из таблицы 1 видно, что технологические свойства хлопка-сырца, собранного бесшпиндельным аппаратом с вибратором кустов, почти не отличается от ручного хлопка-сырца. Большее количество коротких волокон (на 0,6%) в хлопке-сырце ручного сбора можно объяснить влиянием механического воздействия рук на волокна при извлечении долек из коробочек.

Таким образом, рабочий процесс бесшпиндельного уборочного аппарата с вибратором кустов хлопчатника не оказывает отрицательного влияния на

природные технологические свойства собранного хлопка-сырца.

Таблица 1.

Результаты лабораторного анализа образцов хлопка-сырца

Вариант образца	Показатели качества					
	Разрывное усилие, Н	Сортность	Метрический номер	Длина, мм	Короткие волокна, %	Повреждение семян, %
1	0,041	II	5630	32/33	2,2	0
2	0,041	II	6270	32/33	2,8	0

Область применения указанных факторов, т.е. уровни и интервалы их варьирования установлены с учетом физико-механических свойств и конструктивных требований, связанных с компоновкой вибратора на уборочном аппарате, а также на основе однофакторных поисковых опытов.

Для выбора нижнего и верхнего уровня варьирования частоты удара вибратора по кусту хлопчатника требовалось проведение поисковых однофакторных опытов. С другой стороны частота удара определяет кинематику и динамику передаточного механизма вибратора, и тем самым влияет на надежность работы последнего. То есть при превышении частоты удара определенной величины, возникающие в звеньях и

кинематических парах силы могут привести к поломке механизма.

Анализ полученных по трем вариантам сочетаний факторов показывает, что в качестве оптимальных могут быть приняты следующие их значения: $x_1=0,5$; $x_2=-0,5$; $x_3=-0,71$.

Планированием и проведением многофакторного эксперимента получены оптимальные параметры воздействия рабочего органа вибратора на кусты хлопчатника, обеспечивающие требуемое входное возмущение стеблей: амплитуда колебаний рабочего органа $A=40$ мм, частота удара $\nu=25$ Гц, высота приложения удара относительно основания кустов $h=75$ мм.

Список литературы:

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. -М.: Наука, 1976, -280 с.
2. Тихомиров В.В. Планирование и анализ эксперимента. М.: Легкая индустрия, 1974, -262 с.

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЯТИОКИСИ ВАНАДИЯ
ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ****Хасанов Абдурашид Солиевич**

*д-р техн. наук, профессор, заместитель главного инженера по науке,
АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (АГМК)
Республика Узбекистан, г. Алмалык*

Вохидов Бахриддин Рахмидинович

*д-р техн. наук, доцент, доцент кафедры «Металлургия», Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: golf.87@mail.ru*

Мамараимов Гайрат Фарходович

*асистент кафедры «Металлургия», Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои*

**DEVELOPMENT TECHNOLOGY FOR PRODUCING VANADIUM FIVE OXIDE FROM MINERAL
AND TECHNOGENIC RAW MATERIALS****Abdurashid Khasanov**

*Doctor of Technical Sciences, Deputy Chief Engineer for Science of JSC «AGMK»,
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

Bakhriddin Vokhidov

*d.t.s. PhD, is a assistant professor in the Metallurgy department of the Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi*

Gairat Mamaraimov

*Assistant of the Department of Metallurgy of the Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается возможность извлечения пятиокиси ванадия из минерального и техногенного сырья. На основе изучения данной тематики и анализа результатов проведенных исследований автор пришел к выводу, что среднетемпературный обжиг руды переводит ванадий в водорастворимый ванадат натрия (NaVO_3) и последующее выщелачивание металла с использованием серной кислоты повышает извлечение ванадия с 76,5 до 90,2%. Также было выявлено, что в процессе обжига ванадия в качестве связующего материала наиболее эффективным реагентом является техническая сода. Установлено, что растворимость ванадата натрия более эффективна в сернокислой среде, чем в обычном водном выщелачивании продукта. Тем не менее определена и проработана специальная комбинированная технология селективного спекания и выщелачивания огарка – селективного осаждения ванадия и разделения его из ненужных примесей, прокалка осадка, которая обеспечивает высокое частотное получение V_2O_5 98–99%.

ABSTRACT

This article discusses the possibility of extracting vanadium pentoxide from mineral and industrial raw materials. Based on the study of this topic and the analysis of the results of the studies, the author came to the conclusion that medium temperature roasting of the ore is carried out by vanadium water-soluble sodium vanadate (NaVO_3) and the subsequent leaching of the metal using sulfuric acid increases the vanadium extraction 76.5 to 90.2%. It was also revealed that in the process of firing vanadium as a binder material, the most effective reagent is technical soda. It was found that the solubility of sodium vanadate is more effective than the sulfuric acid medium than conventional aqueous leaching of the product. Nevertheless, a special combined technology of selective sintering and leaching of the cinder has been determined and worked out: the selective deposition of vanadium and its separation from unnecessary impurities and the calcination of the precipitate bring a high-frequency production of V_2O_5 of 98-99%.

Ключевые слова: отходы горно-металлургического производства, шлак, ванаденит, известняк, пятиокись ванадия, обжиг, выщелачивание, восстановление.

Keywords: mining and metallurgical waste, slag, vanadenite, limestone, vanadium pentoxide, roasting, leaching, recovery.

Сегодня проблема повышения освоения переработки техногенного сырья важна для горнодобывающей отрасли и включает в себя экономию невозобновляемых в природе минеральных ресурсов. По разведенным запасам ванадийсодержащие руды достаточны для широкомасштабного промышленного производства. При разработке технологии извлечения ванадия из руды за основу была взята технология первоначального обжига руды и последующего выщелачивания ванадия из огарка. Таким образом, разработанная технология (см. рис. 1) основана на обжиге руды ванадия с целью перевода ванадия в водорастворимый ванадат натрия (NaVO_3) и последующее выщелачивание металла с использованием серной кислоты, вследствие чего было повышено извлечение ванадия с 76,5 до 90,2%. В результате было выявлено, что технология

обеспечивает возможность организации производства ванадия. Разработанная и освоенная в цехе сернокислотного производства Северного РУ технология получения пятиокси ванадия из отработанных ванадиевых катализаторов не обеспечила требуемого количества V_2O_5 . Поэтому источником получения ванадия в НГМК могут стать упорные ванадийсодержащие руды. Одним из таких месторождений является месторождение Маьдани (Рудное).

Перед отбором пробы для технологических исследований лабораторией были отобраны 9 проб с различных участков месторождения и проанализированы на содержание ванадия. Содержание ванадия в пробах находилось в пределах 2000–9900 г/т [5, с. 70]. Химический анализ пробы Р-9 представлен в табл. 1.

Таблица 1.

Химический состав ванадиевых руд

Компонент	(V_2O_5)	Cu	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Собщ	Ss	Собщ	Сорг
Содержание, %	0,93 (1,66)	0,28	80,5	5,1	3,5	0,8	1,6	0,5	0,1	1,1	1,0

Механизм обжига ванадийсодержащих руд с NaCl или Na_2CO_3 состоит в следующем. При температуре 800–850 °С в окислительной атмосфере протекает реакция, и в результате реакции образуется перекись натрия Na_2O .

Газообразный хлор при этом удаляется. Образующаяся перекись Na_2O реагирует с ванадием по реакции [4, с. 23–25]:

Образующийся в результате реакции ванадат натрия хорошо растворим в воде. Процесс обжига был проведен в разных температурных режимах 600–

650–700–800 °С. В лабораторном опыте определено, что оптимальными условиями для обжига являются 700–750 °С в течение 4–5 ч и расходом реагента NaCl 8–10%. При температуре выше 750 °С шихта плавится за счет образования нерастворимых силикатов ванадия. Ниже 700 °С выход ванадия снижается [7, с. 16–33].

Для проведения опыта подготавливается шихта. Для этого в 100 г руды добавляется 5 г технической соды с последующим перемешиваем. Далее шихту загружается в муфельную печь. Процесс обжига был проведен в разных температурных режимах обжига от 600 до 850 °С в течение 2–5 часов. Результаты обжига приведены в таблице 2.

Рисунок 1. Технологическая схема извлечения пятиоксида ванадия из минерального и техногенного сырья

Таблица 2.

Результаты кинетики обжига ванадийсодержащего сырья. Исходное содержание ванадия 6400 г/т;
t = 700 °C. Расход технической соды NaCO₃ – 50 г/кг³

№ п/п	Время обжига, мин	Количество и масса шихты		Количество NaCO ₃ , г/кг	Масса огара	
		масса шихты, г	[V] мг/кг		Масса огара, г	Выход огарка, %
1	50	100	6,400	5	98,5	93,8
2	150	100	6,400	5	95,7	91,1
3	200	100	6,400	5	93,8	89,3
4	240	100	6,400	5	92,6	88,1
5	300	100	6,400	5	91,3	86,9

Из таблицы следует, что оптимальный параметр для обжига ванадиевых руд составляет 700 °C, при котором он хорошо связывается с технической содой с образованием ванадата натрия [6, с. 67–72].

После обжига образовавшийся продукт ванадат натрия следует по технологической схеме растворить в водном растворе, после чего нерастворяемая часть растворяется уже в серноокислотном растворе с целью

полного перехода ванадия в состав раствора. Несмотря на простоту и экономичность схемы водного выщелачивания, он имеет единственный недостаток – относительно невысокое извлечение ванадия в раствор на операции выщелачивания (40–45%) [1, с. 30–36].

Пробы первого водного и сернокислотного выщелачиваний растворились, и результаты выщелачивания приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты кинетики сернокислотного выщелачивания огарка.

Условия опыта: $\text{H}_2\text{SO}_4 = 55$ г/л, $T:Ж = 1:3$, $\alpha_{\text{исх}}(V) = 6400$ г/т

№ п/п	Время выщелачивания, мин	Исходный продукт		Раствор после выщелачивания	
		[V], г/т	pH	V, мг/л	E, %
1	30	6400	5,4	2785,6	43,5
2	60	6400	5,9	3592,3	56,1
3	80	6400	6,0	4389,7	68,6
4	100	6400	6,5	4987,9	77,9
5	120	6400	6,8	5385,9	84,2

Из таблицы следует, что огарок после обжига 650–700 °С выщелачивается при условиях 40–55 °С температуры и в соотношении фазы $T:Ж = 1:3$ в кислых растворах с содержанием серной кислоты $\text{H}_2\text{SO}_4 = 55$ г/л.

В лабораторных исследованиях определены оптимальные параметры выщелачивания с продолжительностью процесса 2 часа. При этом выявлено, что степень растворимости (E, %) ванадия повышается на 42,1% за счет сернокислотного выщелачивания огарка, в отличие от водного выщелачивания. При этом сквозное извлечение ванадия (E, %) достигло 84,2%. Результаты сернокислотного выщелачивания огарка представлены в таблице 3.

Для определения оптимальных условий выщелачивания металла и остаточного ванадия из трех хво-

стов с остаточным содержанием ванадия была наработана проба хвостов с остаточным содержанием ванадия 0,51% (5100 г/т). Проба была наработана в установленных оптимальных условиях обжига руды и с последующим водным выщелачиванием огарка [3, с. 221–224].

Выщелачивание металла проводили с использованием серной кислоты в термостатированных реакторах с мешалками при скорости перемешивания $n = 500$ об/мин и $T:Ж = 1:3$. По окончании выщелачивания пульпу отфильтровали, осадок промыли водой при соотношении $T:Ж = 1:3$. Первый фильтрат и осадок (после сушки) были проанализированы. В таблице 4 приведены данные по кинетике выщелачивания ванадия при различных температурах и постоянной исходной концентрации (H_2SO_4) = 40 г/л.

Таблица 4.

Кинетика сернокислотного выщелачивания металла и ванадия из хвостов водного выщелачивания.

Условия опыта: $T:Ж = 1:3$; $C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 40$ г/л; $\tau = 2–4$ часов; исходное содержание $V = 5100$ г/т

t	20–25 °С			40–50 °С			80–90 °С		
	α, г/т	E, %	время, мин	α, г/т	E, %	время, мин	α, г/т	E, %	время, мин
1	2100	58,8	120	1100	78,4	120	980	80,8	100
2	1700	66,7	160	800	84,3	140	500	90,2	120
3	1500	70,6	200	800	84,3	160	500	90,2	120
4	1200	76,5	240	700	86,2	180	500	90,2	120

Как видно из таблицы 4, с точки зрения извлечения ванадия повышение температуры выщелачивания с 20–25 °С до 80–90 °С позволяет сократить время выщелачивания с 4 до 2 часов, при этом извлечение ванадия на операции сернокислотного выщелачивания возрастает с 76,5 до 90,2% [2, с. 165–167].

После перехода ванадия в раствор он направляется в процесс по осветлению с целью удаления мелкозернистых хвостов, и полученный продукт при помощи процесса фильтрации отделяется на фазы – кек и чистейший раствор ванадия. Кек выбрасывается в хвостохранилище. Раствор ванадия направляется на селективное осаждение ванадия с применением рас-

твораммиака. При этом извлекается комплекс ванадиевого осадка, освобожденный от ненужных вредных веществ. После чего осадок сушится при температуре 110–130 °С и направляется на последнюю стадию очистки от примесей при помощи прокалики. Прокаливаем продукт при 550–600 °С в течение 60–90 мин, в результате образуется песчаный V_2O_5 со степенью чистоты 98–99%, отвечающий требованию ГОСТа. Образовавшийся готовый пятиокись ванадия подвергли ИК-спектроскопии с целью уточнения точного определения состава продукта.

Отличия предлагаемой технологии от существующей заключается в том, что ванадийсо-

державные руды направляются на прямое выщелачивание без предварительного обжига, при котором наблюдается низкая степень растворимости основного металла, а также снижается сквозное извлечение ванадия. Применение сочетания водного и сернокислотного выщелачиваний огарка ванадия повышает объем выпускаемого материала в 2 раза, чем традиционная схема переработки ванадия непосредственным выщелачиванием руды. По разработанной технологии и результатам выполнения данной работы можно сделать следующие выводы:

- исследована и разработана упрощенная технология извлечения пятиоксида ванадия;
- определен оптимальный реагентный режим растворения огарка ванадия сернокислотным способом;

- первоначальное водное выщелачивание огарка с последующим сернокислотным выщелачиванием повысило степень извлечения ванадия до 42,1%, и при этом сквозное извлечение ванадия было повышено до 84,2%;

- селективным осаждением ванадия гидроокисями аммония с последующей прокалкой получен очищенный V_2O_5 со степенью чистоты 98–99%, отвечающий требованию ГОСТа;

- разработана глубокая гидрометаллургическая очистка полученного пятиокислванадия;

- разработана новая технологическая схема переработки минерального и техногенного сырья с получением готового продукта.

Список литературы:

1. Вохидов Б.Р., Арипов А.Р., Мамараимов Ф.Ф. Research of technological process of vanadium distribution in Uzbekistan // XI International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» (Boston, USA, June 10–11 2019). – P. 30–36.
2. Вохидов Б.Р., Мамараимов Ф.Ф. Ванадий ажратиб олишда замонавий танлаб эритиш усулларининг афзалликлари // XVI Республиканская научно-техническая конференция «Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства» (22 ноября 2018 г.). – С. 165–167.
3. Вохидов Б.Р., Мамараимов Ф.Ф. Ванадий бойитмасини ажратиб олишда куйдириш жараёнининг афзалликлари // XVI Республиканская научно-техническая конференция «Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства» (22 ноября 2018 г.). – С. 221–224.
4. Киндяков П.С. Химия и технология редких и рассеянных элементов. – М. : Высшая школа, 1976. – Т. 3. – С. 23–25.
5. Санакулов К.С., Петухов О.Ф., Василенов О.П. Перспективы развития ванадиевого комплекса за рубежом и в Республике Узбекистан // Горный вестник Узбекистана. – 2017. – № 3 (70).
6. Ўзбекистон шароитида ванадий ва палладий ажратиб олишнинг технологик жараёнларини тадқиқ қилиш / А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, А.Р. Арипов, Ф.Ф. Мамараимов [и др.] // Композитционные материалы. – 2019. – № 1. – С. 67–72.
7. Химия и технология редких и рассеянных элементов / П.С. Киндяков, Б.Г. Коршунов, П.И. Федоров, И.П. Кисляков. – М. : Высшая школа, 1978. – С. 16–33.

ВЛИЯНИЕ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ

Нугманов Икром Нугманович

канд. техн. наук., доцент, Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета
имена И. Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: ikromnugmanov1@gmail.ru

Бобоев Хамза Хамидуллаевич

ст. предп., Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета
имена И. Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: boboyev.hamza@umail.uz

Тоштемуров Камол Кахрамонович

ассистент, Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета
имена И. Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: koliya.temirov@mail.ru

THE EFFECT OF SUPERPLASTIC DEFORMATION ON THE OPERATIONAL PROPERTIES OF STEELS

Ikrom Nugmanov

Candidate of Technical Sciences, Almalyk branch of Tashkent State Technical University named after I. Karimov,
Republic of Uzbekistan, Almalyk

Hamza Boboev

Senior Lecturer, Almalyk branch of Tashkent State Technical University named after I. Karimov,
Republic of Uzbekistan, Almalyk

Kamol Toshtemirov

assistant, Almalyk branch of Tashkent State Technical University named after I. Karimov,
Republic of Uzbekistan, Almalyk

АННОТАЦИЯ

В этой статье рассмотрена сверхпластическая деформация стали 45 при различных температурах. Исследовалась также температурная зависимость ударной вязкости в области комнатной и низких температур с целью определения порога хладноломкости.

ABSTRACT

In this article illustrates steel 45 mark of superplastic deformation different types of temperature. The main aim is that determine degree of cold brittleness and also the temperature dependence of impact toughness in the range of room and also low temperatures.

Ключевые слова: сверхпластичность (СП), ультрамелкозернистость (УМЗ), деформация, нормализация, хладноломкость, ударная вязкость.

Keywords: superplasticity, ultrafine grain, deformation, normalization, cold breaker, impact viscosity.

Подготовка структуры к деформированию в условиях сверхпластичности (СП), заключающаяся в измельчении зерен, и последующая деформация в условиях СП должны отразиться на комплексе механических свойств и на вязкохрупком переходе сталей [4, 2].

Изучение этого аспекта сверхпластической деформации (СПД) выполнено на примере стали 45. Определялось влияние обработки на УМЗ-структуру и деформации в условиях СП на стандартные характеристики механических свойств: предел текучести σ_T , временное сопротивление σ_b ,

относительное удлинение δ и сужение поперечного ψ , ударная вязкость КСЧ [10, 6, 3, 8, 9, 7, 5].

Кроме того, путем анализа диаграммы растяжения определялись величины верхнего и нижнего предела текучести, протяженность площадки текучести, величина равномерной и сосредоточенной в шейке деформации.

Исследовалась также температурная зависимость ударной вязкости в области комнатной и низких температур с целью определения порога хладноломкости.

Определены указанные характеристики стали 45 в четырех состояниях.

1. Состояние поставки: горячая деформация с последующей нормализацией.

2. Деформация осадкой при $760\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\dot{\epsilon} = 6,6 \cdot 10^{-3}\text{ c}^{-1}$ на $\epsilon = 60\%$ с целью достижения ультрамелкозернистой структуры.

3. Деформация УМЗ-стали в условиях сверхпластичности на 20%.

4. Повторная нормализация с полной фазовой перекристаллизацией с целью выявления возможного исследования влияния СПД на механические свойства.

На рис. 1 представлены типичные диаграммы растяжения стали 45 в этих состояниях. Видны следующие особенности механического поведения стали на разных стадиях ее обработки.

В состоянии поставки четко выявляются верхний и нижний пределы текучести и значительная деформация Людерса на площадке текучести, соизмеримая по величине удлинения с удлинением в процессе сосредоточенной деформации в шейке.

Обработка на мелкое зерно сокращает площадку текучести, уменьшает разницу между верхним и нижним пределом текучести, несколько снижает общий уровень предела текучести. Максимальное

усилие P_{σ} , по которому рассчитывается величина временного сопротивления, несколько выше. Наиболее интересным, видимо, следует считать то, что практически отсутствует сосредоточенная деформация в шейке левее максимума диаграммы растяжения. За счет этого диаграмма оказывается уже и суммарное удлинение существенно меньше.

После деформации в условиях сверхпластичности полностью отсутствует площадка текучести, максимальное усилие, выдерживаемое образцом, значительно ниже, деформация удлинения – самая большая из всех состояний, причем велика доля как равномерной, так и сосредоточенной в шейке деформации.

Повторная нормализация восстанавливает зуб текучести, хотя уровень предела текучести остается на том же уровне, как и после СПД. Диаграмма оказывается несколько выше и уже.

Испытания на ударный изгиб проводились в интервале температур от комнатной до $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в состоянии поставки (1-е состояние), после СПД (состояние 3) и после повторной нормализации (состояние 4). Результаты приведены на рис. 2, 3, 4.

Результаты испытаний на ударный изгиб обобщены в табл. 1.

Рисунок 1. Диаграммы растяжения стали 45 в разных состояниях:

1 – состояние поставки (горячая деформация + нормализация); 2 – осадка при $760\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\epsilon = 50\%$ (обработка на УМЗ-структуру); 3 – СПД, осадка на 20%; 4 – повторная нормализация после СПД

Рисунок 2. Температурная зависимость ударной вязкости стали 45 в состоянии поставки

Рисунок 3. Температурная зависимость ударной вязкости стали 45 после деформации в условиях сверхпластичности

Рисунок 4. Температурная зависимость ударной вязкости стали 45 после повторной нормализации

а)

б)

в)

г)

Рисунок 5. Микроструктура стали 45 после различных обработок:

а – горячая деформация + нормализация (состояние поставки); б – обработка на ультрамелкозернистое строение; в – осадка в условиях сверхпластичности; г – повторная нормализация, × 500

Из приведенных данных видно, что подготовка к СПД и сам процесс СПД, влияя на структуру стали, изменяют ее свойства, особенно повышают пластичность и вязкость, снижают температуру перехода в хрупкое состояние и повышают вязкость стали ниже порога хрупкости.

Теория предсказывает, что при снижении температуры переход от вязкого разрушения к хрупкому смещается в сторону меньших размеров зерен.

Отсюда можно предположить обратное заключение: при измельчении зерна переход к хрупкому разрушению должен смещаться в сторону более низких температур, что установлено в данной работе.

Если деформация осадкой в двухфазной аустенито-ферритной области измельчает структуру, уменьшает размеры ферритного зерна и перлитной колонии, то деформация осадкой в условиях СП придает стали принципиально иную структуру, устраняет типичную структуру эвтектоида. В этом состоянии в ферритной составляющей имеются округлые зерна цементита.

Такие различия в структуре, по-видимому, отражаются на механических свойствах стали. Особенно сильное влияние оказывается на вязкость стали: понижается температурный порог хрупкости при температурах ниже порога хрупкости.

Повторная нормализация восстанавливает феррито-перлитную структуру стали, хотя зерно оказывается более мелким, чем в исходном нормализованном состоянии. Температурный порог хрупкости при этом вновь повышается, хотя остается несколько ниже, чем в состоянии поставки, что вполне согласуется с литературными данными [1]. Однако уровень ударной вязкости сохраняется, как после деформации в условиях СП.

Таблица 1.

Характеристики перехода стали 45 в хладноломкое состояние

Обработка	Температурный порог хрупкости	KCU в состоянии хладноломкости
Горячая деформация + нормализация	–30	0,5÷1,5
Деформация в условиях сверхпластичности	–55	2,5÷4
Повторная нормализация	–35	2,5÷4

Вывод

В статье показано, что наличие мелкозернистой структуры позволяет наблюдать в стали 45 все признаки сверхпластического течения в аустенито-ферритной области. Вывод не нов, однако для исследованного материала установлены диапазоны, в

которых при наложении деформации может происходить образование ультрамелкозернистой структуры. В указанных диапазонах и интервале скоростей деформации 10^{-4} – 10^{-2} не только формируется ультрамелкозернистая структура, но еще и проявляются сверхпластические свойства.

Список литературы:

1. Гуляев А.П. Сверхпластичность стали. – М. : Металлургия, 1982. – 56 с.
2. Зарипов Н.Г., Караваева М.В. Материалы авиационной техники : учеб. пособие. – М. : Инновационное машиностроение, 2017. – 207 с.
3. Инглиш А.Т., Бакофен У.А. Влияние технологии обработки металлов на их сопротивление разрушению // Разрушение. Т. 6. – М. : Металлургия, 1976. – 232 с.
4. Металлы и сплавы : справочник. – СПб., 2015.
5. Штремель М.А. Лабораторный практикум по спецкурсу «Прочность сплавов». Ч. I. – МИСиС, 1968.
6. Cottrell A.M. Trans. AIME. – 1958. – V. 212. – P. 192.
7. Gilman J.J. In «Plasticity: Proceedings of 2-nd Symposium on Naval Structural Mechanics». – Oxford : Pergamon, 1960. – P. 43.
8. Low J.R. In «Relations of properties to microstructure». – Cleveland : ASM. – P. 163.
9. Petch N.I. Phil. Mag. – 1958. – № 3. – P. 1089.
10. Schadler H.W. Trans. Met. Soc. AIME. – 1968. – V. 242. – P. 1281.

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧЕСА ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ОЧЕСЫВАТЕЛЯ ДЛЯ ОЧЕСА ЗЕЛЕННЫХ ЛИСТЬЕВ И КОРОБОЧЕК КЕНАФА

Игамбердиев Холмурод Хайдарович

*канд. наук, доцент Джизакский Политехнический институт,
Узбекистан, г. Джизак*

E-mail: Igamberdiyev1953@mail.ru

Абдурахманов Азизжон Махмуджон угли

*студент Джизакский Политехнический институт,
Узбекистан, г. Джизак*

E-mail: aziz_zver1998@mail.ru

MATHEMATICAL MODELING OF THE TOW CLEANING PROCESS DURING STUDIES OF SOME COMBING MACHINE PARAMETERS FOR TOWING GREEN LEAVES AND KENAF BOXES

Holmurod Igamberdiyev

*Candidate of Sciences, Associate Professor, Jizzakh Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Jizzakh*

Azizjon Abdurakhmanov

*Student, Jizzakh Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Jizzakh*

АННОТАЦИЯ

В статье предоставлена математическая модель процесса по полноте очеса семенных коробочек и повреждаемости стеблей кенафа. Максимальная полнота очеса (до 100%) при минимальном повреждении стеблей (не более 3%) обеспечивается при следующих параметрах двухбарабанного очесывателя: диаметр барабанов – 400 мм; окружная скорость барабанов – 500 мин⁻¹; зазор между барабанами 13 мм; количество бил – 4 шт.

ABSTRACT

The article presents a mathematical model of the process for tow completeness of seed boxes and damage for kenaf stems. The maximum tow completeness (up to 100%) with minimal damage to stems (not more than 3%) is ensured with the following parameters of the double-cylinder combing machine: cylinder diameter - 400 mm; cylinder peripheral speed - 500 min⁻¹; the gap between cylinders - 13 mm; the number of bills - 4 pcs.

Ключевые слова: Оптимизация, планирование, исследование, листья, коробочки, очес, луб, повреждаемость, стебель, барабан.

Keywords: optimization; planning; research; leaves; boxes; tow; bast; damage; stem; cylinder.

Задача исследования состоит в том, чтобы варьируя значениями независимых переменных величин, т.е. входными факторами, найти такое условие протекания технологического процесса очесывания, при котором обеспечивается полнота очеса зеленых листьев коробочек не менее 98% и повреждаемость стеблей не более 3%.

Решением задачи оптимизации факторов намечено достигнуть с помощью метода планирования экспериментов. В качестве факторов оптимиза-

ции (отклика) приняты полнота очеса y' и повреждаемость луба y'' , выраженные в процентах. На основании предыдущих исследований путем априорного ранжирования были установлены основные управляемые факторы и уровни их варьирования. (табл. 1).

Задача исследования состоит в том, чтобы варьируя значениями управляемых факторов найти такое условие процесса, при котором достигается максимальная полнота отделения листьев и коробочек и минимальная повреждаемость дуба. На основании

априорной информации о значительной кривизне поверхности откликов принят план второго порядка Хартли. Его преимущество по сравнению с другими

планами заключается в том, что требуется меньше количество опытов.

Таблица 1.

Основные факторы и уровни их варьирования

Обозначение		Наименование фактора	Единица измерения	Уровни варьирования факторов		
Кодированное	Натуральное			-I	0	+I
X_1	D	Диаметр барабана	мм	300	350	400
X_2	n	Частота вращения барабана	мин ⁻¹	400	450	500
X_3	S	Зазор между траекториями лопастей барабана	мм	30	20	10
X_4	Z	Число лопастей на барабане	Шт.	3	4	5

Для удобства вычислений независимых переменных факторов, перейдем от размерных значений X_i ($i = 1 - 4$) и безразмерных X_i по формуле

$$X_{ik} = \frac{X_{in} - X_{io}}{\Delta X_i}, \quad (1)$$

где X_{io} – основной уровень;

ΔX_i – шаг варьирования i - фактора;

X_{ik} – кодированное значение i - фактора;

X_{in} – натуральное значение i - фактора на верхнем или нижнем уровне.

Связь между входными и выходными факторами представляется в виде уравнения регрессии

$$y = b_0 + \sum_i b_i x_i + \sum_{i < j} b_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^k b_i x_i^2, \quad (2)$$

где y – значение исследуемого параметра оптимизации;

x_i – кодированные значения факторов $i = (1, 2, 3, 4)$;

b_i – оценка коэффициента уравнения регрессии, соответствующего i - го фактора;

b_{ij} – оценка коэффициента уравнения регрессии, соответствующего взаимодействию факторов.

Опыты производились на лабораторной установке. При проведении экспериментов в каждой точке спектра Хартли осуществлялось по три параллельных опыта. Результаты экспериментов обрабатывались на ЭВМ «Наири-2. Проверка гипотезы о воспроизводимости эксперимента проводилась с помощью критерия Кохрена, а значимость коэффициентов регрессии определялась критерием Стьюдента при уровне значимости 0,05.

После обработки экспериментальных данных и оценки значимости коэффициентов получены следующие уравнения регрессии:

Для полноты очеса. (3)

$$y' = 93,588 + 6,38x_1 + 2,63x_2 + 2,22x_3 + 1,40x_3x_4 - 1,81x_1^2 - 6,57x_2^2 - 1,43x_3^2 - 2,52x_4^2$$

Для повреждаемости луба (4)

$$y'' = 2,033 + 0,253x_1 + 0,367x_2 + 0,333x_3 - 0,101x_2x_4 - 0,309x_1^2 - 0,579x_2^2 - 0,217x_3^2 - 0,124x_4^2$$

Значимость большинства коэффициентов при квадратичных членах и парных взаимодействиях в уравнениях (3),(4) подтверждает правильность описания процесса полиномами второй степени. Проверка гипотезы об адекватности моделей и функции отклика производилась с помощью критерия Фишера. Для полноты очеса $F_3 = 2,045 < F_T = 7,278$ для повреждения луба $F_3 = 0,016 < F_T = 0,049$, то есть в обоих вариантах экспериментальные значения коэффициентов меньше табличного. Следовательно, гипотеза об адекватности регрессионной модели и функции отклика не противоречит данным проведенных экспериментов.

Анализ уравнения регрессии (3) и (4) показывает, что в его правой части факторы X_1 , X_2 и X_3 имеют знак плюс. Следовательно полнота очеса и повреждаемость луба увеличивается с увеличением диаметра барабана, частоты их вращения и величины зазора между траекториями лопастей смежных барабанов. Легко заметить, что более всего влияет на полноту очеса диаметр барабанов при принятых уровнях варьирования, так как коэффициент при X_1 наибольший. А на повреждаемость луба наибольшее влияние оказывает частота вращения барабана, где значение коэффициента при X_2 в уравнении (4) выше других.

Пользуясь уравнениями (3) и (4), были определены: оптимальные сочетания диаметра барабана, частота их вращения, величины зазора между траекториями лопастей барабанов и количества лопастей на барабане, обеспечивающие требуемый максимум полноты очеса при минимуме повреждаемости луба. Задача состояла в том, что при заданном минимально

допустимом значении повреждаемости луба (не более 3%) необходимо было найти условный экстремум для функции полного очеса.

Это задача также была решена на ЭВМ «Наири-2» путем исследования уравнений регрессии (3) и (4)

на экстремум, что позволило определить оптимальные значения уровней факторов, которые приведены для полноты очеса листьев и коробочек, а также повреждаемости луба (Таблица 2).

Таблица 2.

Оптимальные значения варьируемых факторов

Значение факторов	Факторы			
	X_1 , мм	X_2 , мин ⁻¹	X_3 , мм	X_4 , шт.
Кодированное	+I	0,1875	0,675	0,25
Натуральное	400	509,4	13,25	4,25
Округленное	400	500	13	4

Таким образом, оптимальными значениями факторов очесывающего барабана кенафоуборочного комбайна является: $D = 400$ мм, $n = 500$ мин⁻¹, $S = 13$

мм, $Z = 4$ шт. При этих значениях полнота очеса листьев и коробочек составляет 98 %, а повреждаемость луба – 2,13 %, то есть не превышает 3%.

Список литературы:

1. Игамбердиев Х.Х и др «Кенафоуборочный комбайн с очесывающим аппаратом» Журнал «Молодой ученый» №3 (407) Казань, 2016 г. с 107-108
2. Игамбердиев Х.Х. и др «Обоснование параметров очесывающего аппарата кенафоуборочного комбайне» Журнал «Молодой ученый» №2 (106) Казань, 2016 г. с 161-162

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ
ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ- IP ПРИ ПЕРЕДАЧЕ РЕДКОСЛЕДУЮЩЕГО
ПОТОКА ДАННЫХ*Халиков Абдулхак Абдулхаирович**д-р. техн. наук, проф. Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта,
Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: xalikov_abdulkhak@mail.ru**Ураков Олимджон Хикматуллоевич**PhD Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта,
Узбекистан, г. Ташкент*MATHEMATICAL MODEL OF THE OPERATIVE-TECHNOLOGICAL COMMUNICATION
NETWORK-IP NETWORK PROCESS IN THE TRANSMISSION OF RARE NEXT DATA FLOW*Abdulkhak Khalikov**Dsc, prof. Tashkent Institute of Engineers railway transport
Uzbekistan. Tashkent**Olimdjan Urakov**PhD, Tashkent Institute of Railway Engineers
Uzbekistan. Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается стохастическая сеть процесса функционирования сети железнодорожном транспорте оперативно-технологической связи - IP в условиях n-го вида кибератаки нарушителя.

ABSTRACT

The article discusses the stochastic process network the operation of the railway network of operational-technological communications-IP in the conditions of the nth type of cyber attack by the intruder.

Ключевые слова: стохастическая сеть, оперативно-технологическая связь, кибератака нарушителя, время передачи пакетов.

Keywords: stochastic network, operational-technological communication, cyber attack of the intruder, packet transmission time.

Целью данной статьи является разработка математической модели процесса функционирования сети железнодорожного транспорта оперативно-технологической связи (ОТС) на базе IP-технологий в

условиях информационных воздействий.

Представим описанный процесс функционирования телефонной IP-сети в виде стохастической сети (рис.1).

Рисунок 1. Стохастическая сеть процесса функционирования сети оперативно-технологической связи- IP в условиях n-го вида кибератаки нарушителя

В стохастической сети указывается: $\beta(s)$ и $\delta_i(s)$ - преобразования Лапласа-Стилтьеса соответствующих функций распределения (ФР), которые означают значение ФР времени передачи пакетов без учета кибератаки (КА) нарушителя, т. е. в «идеальных условиях» и ФР времени восстановления после i -го

вида КА: $\beta(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} d[B(t)]$

$$\delta_i(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} d[\Delta_i(t)], \quad i = \overline{1, n}; \quad (1)$$

Составим эквивалентную функцию стохастической сети с использованием уравнения Мейсона для замкнутых графов [6, 7]:

$$h_n(s) = \frac{k\beta(s)(\bar{d} + \bar{c} + s) \cdot \prod_{i=1}^n (1-P_i)}{\left[1 - \beta(s) \sum_{i=1}^n P_i \delta_i(s) \prod_{j=1}^{i-1} (1-P_j)\right] (\bar{d} + s)} = \frac{V(s)}{U(s)} \quad (2),$$

где $\bar{d} = \sum_{i=1}^n t_{ei}^{-1} P_i$; $\bar{c} = \sum_{i=1}^n t_{pei}^{-1} P_i$ - математические ожидания интенсивностей восстановления и реализации нарушителем КА соответственно;

$k = \frac{\bar{d}}{\bar{d} + \bar{c}}$ - вероятность восстановления работоспособности сетевых элементов за время повторной передачи пакета и реализации очередной КА.

Необходимо вычислить значение производных многочленов числителя и знаменателя (2) в точке $s=0$ для получения математического ожидания и функции распределения времени передачи:

$$V'(s) = k \cdot \prod_{i=1}^n (1-P_i) \left[\beta'(s)(\bar{d} + \bar{c} + s) + \beta(s)(\bar{d} + \bar{c}) \right];$$

$$V'(0) = k(\bar{d} + \bar{c})(1 - t_{\beta}) \cdot \prod_{i=1}^n (1-P_i); \quad (3)$$

$$U'(s) = d \left[1 - \beta(s) \sum_{i=1}^n P_i \delta_i(s) \prod_{j=1}^{i-1} (1-P_j) \right] + (\bar{d} + s) \left[-\beta'(s) \sum_{i=1}^n P_i \delta_i(s) \prod_{j=1}^{i-1} (1-P_j) - \beta(s) \sum_{i=1}^n P_i \delta_i'(s) \prod_{j=1}^{i-1} (1-P_j) \right]$$

$$U'(0) = \bar{d} \left[1 - (1 - t_{\beta}) \sum_{i=1}^n P_i \prod_{j=1}^{i-1} (1-P_j) + \sum_{i=1}^n P_i t_{\delta i} \prod_{j=1}^{i-1} (1-P_j) \right]. \quad (4)$$

В условиях КА математическое ожидание времени передачи пакета определяется как

$$\bar{T}_h = \frac{-d}{ds} \left[\frac{h_n(s)}{h_n(0)} \right]_{s=0}. \quad (5)$$

Заменяя

$$\bar{P} = \prod_{i=1}^n (1-P_i); \quad \bar{E} = 1 - \sum_{i=1}^n P_i \prod_{j=1}^{i-1} (1-P_j), \quad (6)$$

получим (5) в виде:

$$\bar{T}_h = \frac{\bar{P}}{(1-\bar{E})^2} \cdot \left[\sum_{i=1}^n P_i \bar{t}_{\delta i} \cdot \prod_{j=1}^{i-1} (1-P_j) + \bar{t}_\beta \right].$$

Соответственно, дисперсия определяется по формуле [1]

$$D[t_h] = h_1 - h_1^2 = \frac{d^2}{ds^2} \left[\frac{h_n(s)}{h_n(0)} \right]_{s=0} - \left[\frac{d}{ds} \left[\frac{h_n(s)}{h_n(0)} \right]_{s=0} \right]^2 \quad (7)$$

На получение функции распределения времени передачи пакетов необходимо произвести обратной процесс, позволяющий вычислить оригинал $H_n(t)$ по его изображению $h_n(s)$ [2-5]. Для демонстрации изложенного метода определения функции распределения времени доведения пакетов данных в ОТС-IP сети рассмотрим следующую частную задачу.

Постановка частной задачи: предположим, что цель нарушителя состоит в том, чтобы заблокировать оборудование соответствующих узлов сети ОТС-IP, на которые нарушитель осуществляет КА и нарушает их работоспособность с вероятностью P_1 и P_2 соответственно. Если работоспособность узлов не нарушена, то пакет, поступивший на вход канала связи,

будет передан за время t_{nep} , которое определяется технической скоростью передачи R и объемом V передаваемых данных, т.е. $t_{nep} = V/R$. При передаче пакетов произвольного объема t_{nep} является случайной величиной, распределенной по закону $B(t)$. В случае нарушения работоспособности сеть восстанавливается за случайное время $t_{\delta i}$; $i = \overline{1, n}$ с ФР времени восстановления $\Delta_i(t)$, а поступивший пакет данных передается повторно.

Входящий поток пакетов данных является редко следующим, а КА возможны как во время передачи пакетов, так и в паузах между ними. Количество мест для ожидания передачи считается неограниченным. Требуется определить математическое ожидание $\bar{T}_h$ и функцию распределения $F(t)$ времени успешной передачи пакетов данных в условиях КА, реализуемых нарушителем.

Решение:

Представим процесс функционирования сети ОТС-IP при реализации нарушителем двух видов КА в виде стохастической сети (рис.2). Предположим, что $\Delta_1(t) = 1 - e^{-\delta_1 t}$; $\Delta_2(t) = 1 - e^{-\delta_2 t}$; $\beta(t) = 1 - e^{-\beta t}$.

Рисунок 2. Стохастическая сеть процесса функционирования сети ОТС-IP при реализации нарушителем двух видов КА

Для замкнутых графов используя уравнение Мейсона, составим эквивалентную функцию стохастической сети:

$$h(s) = \frac{(1-P_1)(1-P_2)\beta(s)k(\bar{d}+s+\bar{c})}{[1-P_1\delta_1(s)\beta(s)-P_2\delta_2(s)\beta(s)(1-P_1)](\bar{d}+s)} \quad (8)$$

$$\text{где } h_0 = \frac{b(P_1-1)(P_2-1)(\bar{c}+\bar{d})}{\bar{d}(P_1+P_2-P_1P_2-b)}; \quad \bar{d} = d_1P_1+d_2P_2;$$

$$\bar{c} = \frac{P_1}{t_{p\delta 1}} + \frac{P_2}{t_{p\delta 2}}; \quad k = \frac{\bar{d}}{\bar{d}+c}; \quad d_1 = \frac{1}{t_{\delta 1}}; \quad d_2 = \frac{1}{t_{\delta 2}}; \quad b = \frac{1}{t_n}.$$

Представим знаменатель эквивалентной функции в каноническом виде, что позволяет перейти к разложению Хевисайда для случая простых полюсов

[7-10]:

$$h(s) = \sum_{i=1}^4 \frac{(\bar{d}+\bar{c}+s)(d_1+s)(d_2+s)(1-P_1)(1-P_2)bk}{4(s_i)^3 + 3(s_i)^2 \cdot A + 2s_i \cdot B + C}, \quad (9)$$

где $A = b + \bar{d} + d_1 + d_2$;

$$B = b\bar{d} - P_2d_2 - P_1d_1 + bd_1 + bd_2 + \bar{d}d_1 + \bar{d}d_2 + d_1d_2 + P_1P_2d_2;$$

$$C = b\bar{d}d_1 - P_2\bar{d}d_2 - P_1d_1d_2 - P_2d_1d_2 - P_1\bar{d}d_1 + b\bar{d}d_2 + bd_1d_2 + \bar{d}d_1d_2 + P_1P_2\bar{d}d_2 + P_1P_2d_1d_2.$$

Среднее время $\bar{T}_h$ успешной передачи пакетов равно:

$$\bar{T}_h = \frac{k(P_1 - 1)(P_2 - 1)[\bar{d}^2 d_1 d_2 - P_2^2 \bar{b} \bar{d}^2 d_1 + \bar{b} \bar{c} d_1 d_2 + \bar{c} \bar{d} d_1 d_2 + P_1 \bar{b} \bar{d}^2 d_2 + P_2 \bar{b} \bar{d}^2 d_1 - \bar{b} \bar{d}^2 d_1 d_2 (P_2 - P_2^2 + P_1 - 1)^2 - P_2^2 \bar{b} \bar{c} \bar{d} d_1 + P_2^2 \bar{b} \bar{c} d_1 d_2 + P_1 \bar{b} \bar{c} \bar{d} d_2 + P_2 \bar{b} \bar{c} \bar{d} d_1 - P_1 \bar{b} \bar{c} d_1 d_2 - P_2 \bar{b} \bar{c} d_1 d_2]}{h(0)} \quad (10)$$

Функция плотности распределения вероятностей времени передачи

$$h(t) = \sum_{i=0}^3 \frac{\left[(\bar{d} + s_i + \bar{c})(d_1 + s_i)(d_2 + s_i)(1 - P_2)bk \right] \cdot e^{s_i t}}{\left[4(s_i)^3 + 3(s_i)^2 \cdot A + 2s_i \cdot B + C \right] (-s_i) h_0 k}, \quad (11)$$

а интегральная функция плотности распределения вероятностей времени передачи

$$H(t) = \sum_{i=0}^3 \frac{\left[(\bar{d} + s_i + \bar{c})(d_1 + s_i)(d_2 + s_i)(1 - P_2)bk \right] \cdot (1 - e^{s_i t})}{\left[4(s_i)^3 + 3(s_i)^2 \cdot A + 2s_i \cdot B + C \right] (-s_i) h_0 (s_i) - s_k}. \quad (12)$$

По формулам (10–12) были произведены расчеты, результаты которых представлены на рис.3. в виде семейства функций распределения. В ходе расчетов предполагалось, что:

- среднее время передачи пакета данных с объемом $V = 10$ Мбит между соответствующими узлами равно 1с;

- среднее время восстановления работоспособности сети ОТС-IP после успешной реализации нарушителем КА изменяется в пределах $t_{e1} = 3 \dots 5$ с и $t_{e2} = 2,5 \dots 4$ с соответственно;
- среднее время реализации нарушителем КА равно $t_{pe1} = 50$ с и $t_{pe2} = 100$ с соответственно
- вероятность успешной реализации нарушителем КА принимает значения в диапазоне 0,08–0,8.

Рисунок 3. Семейство функций распределения времени передачи пакетов в сети ОТС - IP при осуществлении двух видов КА

При осуществлении КА нарастает роль эффекта механизма организации информационной безопасно-

сти сети ОТС на базе IP-технологий, характеризующим в модели временем работоспособности после КА. Частичное увеличение времени восстановления

работоспособности приводит к резкому увеличению среднего времени передачи пакетов [11-14] при вероятности успешной реализации нарушителем КА $P_i = 0,5$:

- время успешной передачи информации в сети зависит от способности нарушителя оказать КА на сетевые элементы. Если нарушитель способен успешно реализовать воздействие с вероятностью не хуже $P_i = 0,7$, то следует ожидать увеличения среднего времени доведения информации в сети более чем в пять раз;

- закон распределения времени успешной передачи пакета в общем случае является гиперэкспоненциальным и, как показано в [15-17], может быть с достаточной точностью аппроксимирован неполной Гамма-функцией. Расчеты показывают, что полученное распределение обладает значительной правосторонней асимметрией (коэффициент асимметрии $K_A \geq 1,9$), является несущественно островершинным (коэффициент эксцесса $E_A \geq 5,7$), а поток успешно переданных пакетов является неоднородным (коэффициент вариации $K_B \geq 1,3$). Следует ожидать, что параметр потока успешно переданных пакетов

$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)}$ является непостоянным во времени и при

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\sum_{k=1}^n \frac{V(s_k)}{U'(s_k)} e^{s_k t}}{1 - \left(\sum_{k=1}^n \frac{V(s_k)}{U'(s_k)} s_k^{-1} (1 - e^{s_k t}) \right)} =$$

$$t \rightarrow \infty :$$

$$= \frac{\sum_{k=1}^n \frac{V(s_k)}{U'(s_k)} e^{s_k t} \cdot s_k}{\sum_{k=1}^n \frac{V(s_k)}{U'(s_k)} e^{s_k t}} \leq \frac{1}{T_h};$$

(13)

то есть интенсивность успешной передачи пакетов не превосходит интенсивности, определяемой как величина, обратная среднему времени успешной передачи пакетов $\frac{1}{T_h}$. Это означает, что поток

успешно переданных пакетов не является простейшим, в связи с чем актуализируется задача оценить время доведения информации в сетях ОТС-IP для случая, когда входящий поток не является редкоследующим, а соответствует реальному взаимодействию корреспондирующих пар в сети.

Из расчетов следует, что разработанная модель обеспечивает получение не противоречащих логике результатов, чувствительна к изменениям входных параметров и она работоспособна. В условиях осуществления КА существенно растает роль эффективности механизма организации информационной безопасности сети ОТС на базе IP-технологий, характеризующим в модели временем работоспособности после КА. При вероятности успешной реализации нарушителем КА $P_i = 0,5$ незначительное увеличение времени восстановления работоспособности приводит к резкому увеличению среднего времени передачи пакетов.

Список литературы:

1. Бочаров И.О., Цыбулин М.К. Передача речи по IP-сетям // Электросвязь. Вып. 6. -С. 41-42.
2. Вентцель. Е. С. Теория вероятностей / учебное пособие для студентов вузов: 10-е изд. - М.: Высш. шк., 2006. -575 с.
3. Духвалов А. П. Кибератаки на критически важные объекты - вероятная причина катастроф // Вопросы кибербезопасности. 2014. № 3 (4). С. 50-53.
4. Кравцов А. О., Привалов А. А. Методика выбора приоритетных элементов информационно - телекоммуникационной системы функционирующей в условиях применения организованным нарушителем таргетированных атак // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2017. Т. 14. № 1. С. 137-148.
5. Лукацкий А.А. IP-телефония: угрозы, атаки и способы их отражения. URL: <http://computerlib.narod.ru/htm>.
6. Привалов А.А. Карабанов, А.О. Кравцов, С.И. Сидоров . Математическая модель XSS-атаки // Изв. ПГУПС. - 2018. - Т. 15, вып. 1. - С. 167-172.
7. Привалов А. А. Метод топологического преобразования стохастических сетей и его использование для анализа систем связи ВМФ /.- СПб.: ВМА, 2000. - 166 с.
8. Халиков А.А., Мирсагдиев О.А. Совершенствование систем оперативной технологической связи железной дороги Узбекистана с применением пакетной коммутации. /Монография. "Фан ва технология нашриёти". Тошкент-2019. 200 стр.
9. Халиков А.А., Мирсагдиев О.А. Темир йўл транспортининг технологик алоқа тармоқларида янги авлод телекоммуникация тизимларини қўллаш. //Мухаммад Ал-Хоразмий авлодлари. Илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнал №1(7) 2019. 52-556.

10. Khalikov A.A., Urakov O.H. The tasks of organizing and managing the integrated digital network of operational and technological communication based on PIC-D devices at the Angren-Pap railway sections. //Journal «European science review» № 9-10. 2018. September-Oktober. Volume 1. pp. 220-227. Journal Abbreviation: EUR POLIT SCI REV Journal ISSN: 1755-7739.
11. Халиков А.А., Ураков О.Х. Внедрение модифицированных устройств для оперативно-технологической связи на железнодорожном участке Ангрен-Поп. //Мухаммад Ал-Хоразмий авлодлари Илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнал №3(5) / 2018. –С. 89-94. (05.00.00. №10).
12. Халиков А.А., Ураков О.Х. Распределение телефонной нагрузки в сетях оперативно-технологической связи АО «Узбекистон темир йуллари». //Норвегия Журнал NJDIS №29 (1). VOL 1. ISSN 3453-9875. -С. 52-55. 2019.
13. Халиков А.А., Ураков О.Х. Анализ существующей сети оперативно-технологической связи с применением IP-технологии и их эффективного развития для улучшения перевозочного процесса АО «УТЙ». //МИАЖ «Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык». Иркутск-2019. №2.
14. Халиков А.А., Ураков О.Х. Существующие проблемы и перспективы развития поездной радиосвязи в железнодорожном тоннеле «Камчик». //Материалы в сборнике трудов конференции серии: «International scientific review». (Boston. USA. №11(53). November - С. 24-28, 2018.
15. Халиков А.А., Ураков О.Х. Проблемы и перспективы развития поездной радиосвязи в железнодорожном тоннеле «Камчик». //Вестник научных конференций 2018. N 10-4(38) - С.118-119. Наука и образование в XXI веке. По материалам международной научно-практической конференции 31 октября 2018 г. Часть 4.
16. Khalikov A.A., Urakov O.H. Mathematical model of the implemented impairer of the information impact process on the operative-technological communication network based on IP-technologies. International scientific and technical journal Chemical technology. Control and management. 2019, №4-5 (88-89) pp.119-125.
17. Халиков А.А., Ураков О.Х. Организация и управления интегральной цифровой сетью оперативно-технологической связи на основе устройств контроллера периферического интерфейса на железнодорожных участках.
18. UNIVERSUM Технические науки. Раздел Радиотехника и связь. 2020. №1(70). – С. 44-50. Электронный научный журнал. tech@7universum.com .

ТРАНСПОРТ

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОХРАННОСТЬ КАЧЕСТВА
ПЛОДООВОЩЕЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ*Турсунходжаева Рашида Юсупжановна**ст. преп. Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта,
Узбекистан. г. Ташкент
E-mail: jamshid-uzb92@mail.ru*FACTORS INFLUENCING THE QUALITY SAFETY OF FRUIT AND VEGETABLES DURING
TRANSPORTATION*Rashida Tursunhodjaeva**Senior lecturer, Tashkent Institute of Railway Transport Engineers,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье затронут вопрос о совершенствовании правил перевозок скоропортящихся грузов и их способы погрузки в рефрижераторные вагоны и контейнера. Кратко изложены рекомендуемые способы погрузки скоропортящихся грузов разных видов в рефрижераторный подвижной состав.

ABSTRACT

In article was touched upon the problem about improvement of the rules of transportation perishable cargo and their ways of the loading in refrigerated coaches and container. Briefly advisable ways of the loading perishable cargo miscellaneous type are stated in refrigerated rolling stock.

Ключевые слова: рефрижератор, скоропортящихся грузы, вертикальная укладка, перекрестная укладка, шахматная укладка.

Keywords: refrigerator, perishable cargo, vertical laying, cross laying, chess laying.

Условия перевозок скоропортящихся грузов (СПГ) прямо или опосредованно влияют на их сохранность в процессе доставки. Поэтому совершенствование этих условий требует к себе постоянного внимания.

В настоящее время произошли существенные перемены в организации доставки свежих плодов и овощей зарубежным потребителям, чем и объясняется актуальность выбранной темы.

Актуальность темы заключается в следующем:

1. Интеграция экономики республики в мировую обеспечил широкую доступность фермерским и дехканским хозяйствам к семенным фондам зарубежных стран, а также к результатам научных исследований в селекции, что позволило, скрещивая саженцы отечественных видов плодов и овощей, выводить новые виды, отличающиеся по своим качественным параметрам (биохимический состав и микробиологической обсемененности плодов), характеризующие степень транспортабельности.

2. Расширение границ торговли товарами повлекли за собой экспорт плодов и овощей за пределы республики. Однако появление новых Суверенных государств и соответственно таможенных служб и платежей, сдерживали продвижение грузов к потребителям.

3. Реформирование сельского хозяйства обусловило появление и дальнейшее развитие мелкооптового производства на селе, что привело к поступлению на железнодорожный транспорт для перевозки мелкопартионного груза, к чему железнодорожный транспорт был не готов. Железнодорожный транспорт перевозил плоды и овощи в автономных вагонах, пяти вагонных секциях и рефрижераторными поездами, состоящих из двенадцати вагонных и двадцати трех вагонных секций.

4. Появление Суверенных Независимых государств обусловило переход приемки и сдачи груза потребителю в соответствии с международными нормами – на основе биохимического состава и микробиологической обсемененности поверхности плодов и овощей.

5. Большая распыленность подвоза плодов и овощей от фермерских и дехканских хозяйств к опорным станциям, что, безусловно, требует применения более современной и меньшей грузоподъемности тары, в роли которой за рекомендовали себя рефрижераторные контейнера.

До сего времени не разработаны нормативы погрузки различных плодов и овощей в рефрижераторные контейнера. Данную проблему еще усложняет разнообразная тара для перевозки свежей плодоовощной продукции, которую в настоящее время производит отечественная промышленность.

6. Отсутствуют в парке рефрижераторные транспортные средства малой грузоподъемности (от 3 до 10 т), в результате чего хладотранспорт теряет потенциальных клиентов – мелких производителей и отправителей небольших партий продукции, число которых в сельскохозяйственном секторе будет расти в дальнейшем. Вынужденно высокий уровень тарифов универсального рефрижераторного подвижного состава делает его труднодоступным для мелких и пока экономически слабых отправителей – фермерских и дехканских хозяйств. При нынешней структуре вагонного парка хладотранспорт не может предложить таким клиентам альтернативной замены в виде более простых и дешевых транспортных средств. В результате убытки несут и производители, и потребители продовольственной продукции.

Основной целью данной статьи является ознакомление научного мира проблемами сохранения качества свежих плодов и овощей при доставке продукции до потребителей с участием железнодорожного транспорта, а также с полученными результатами и методикой расчета рационального размещения различной тары с продукцией в грузовом помещении рефрижераторного вагона или контейнера, разработанным автором. Данная работа является начальным

этапом в исследованиях, посвященных решению проблем обеспечения качества плодов и овощей при доставке их потребителю железнодорожным транспортом.

Узбекистан является одним из поставщиков свежих плодов и овощей на рынки стран СНГ и дальнего зарубежья. В настоящее время наметилась положительная тенденция роста объемов производства плодов и овощей, но перевозки их железнодорожным транспортом сократились. Основной причиной создавшегося положения является Указ Президента Республики Узбекистан, который разрешил организовывать доставку, свежей плодоовощной продукции зарубежным потребителям на основе прямых договорных обязательств. Это стало причиной прибытия зарубежных и частных компаний в Узбекистан со своими автотранспортными средствами и ускорение развития автоперевозок плодов и овощей частными отечественными компаниями.

Как видно из приведённых данных (Диаграмма 1) в республике производится большой объем различных видов плодов и овощей, что позволяет республике экспортировать данную продукцию.

В перспективе предусмотрено увеличить экспорт данной продукции более чем в три раза, что, безусловно, задействует железнодорожный транспорт в перевозке этих грузов. В свою очередь это настоятельно требует разработки проблем, связанных с организацией перевозок плодов и овощей, что позволит повысить конкурентоспособность железнодорожного транспорта при перевозке данных видов грузов.

Рисунок 1. Диаграмма распределения экспорта плодов и овощей

Одним из эффективных способов снижения затрат при транспортировке свежих плодов и овощей железнодорожным транспортом, является сокращение размеров потерь груза и повышение его качества [4]. Начальным этапом решения этой проблемы является рациональное размещение груза в грузовом помещении вагона или контейнера.

В исследовании предусматривается поэтапное решение вышеприведенных факторов, влияющих на

качество плодов и овощей при перевозке железнодорожным транспортом. Наиболее важным из них является рациональное размещение плодов и овощей с тарой в грузовом помещении вагона или контейнера. Для решения этой проблемы в ТашИИТе имеется материально-техническая база – вибростенд имитирующий движение вагона в составе поезда (рис.2) [5-6].

Рисунок 2. Схема камеры-холодильника:

1 — каркас камеры-холодильника; 2 — дверной проем; 3 — смотровое окно двери; 4 — вентилятор; 5 — воздухоохладитель; 6 — устройство для удаления влаги при разморозке воздухоохладителя; 7 — вентиляционный люк; 8 — демпфер (успокоитель); 9 — холодильный агрегат; 10 — емкость для хранения фреона; 11 — рама вибростенда; 12 — мягкие элементы (пружины); 13 — опоры для пружины; 14 — электромотор, приводящий в действие вибраторы; 15 — рама вибратора; 16 — зубчатые колеса; 17 — дебалансы; 18 — опоры для электромотора; 19 — диодные мосты; 20 — латор; 21 — термостанция; 22 — светолучевой осциллограф Н041 УИ2; 23 — тензоусилитель ТУП-12; 24 — тензодатчики; 25 — датчики температуры.

Основополагающими факторами при определении рационального размещения продукции с тарой в грузовом помещении вагона или контейнера является:

- температура воздуха внутри и с наружи вагона;
- вид продукции, загружаемого в вагон или контейнер;
- температурно-влажностный режим, требуемый создать в кузове вагона или контейнера.

По результатам измерения температуры внутри, снаружи холодильной камеры и окружающего воздуха определяется температура, соответственно, внутри и снаружи модели крытого вагона. При загрузке груза для проведения эксперимента расхождения между температурами внутри камеры и окружающей среды не должна превышать 5-6 градусов Цельсия.

а). Схема размещения контрольных мест по высоте укладки

б). План размещения контрольных мест в вагоне

Рисунок 3. а); б) – Размещение контрольных мест в вагоне

Многолетние наблюдения автора показали, что условия перевозок свежих плодов и овощей в рефрижераторных вагонах и контейнерах включает в себя: способы и высоту погрузки, температурный режим, нормы естественной убыли массы грузов, правила приема и выдачи грузов. Отсюда, условия перевозок свежих плодов и овощей прямо влияют на их качество в процессе доставки.

При перевозке свежих плодов и овощей на них влияют динамические нагрузки, что приводит к травмам, повреждениям продукции. С целью смягчения отрицательного влияния динамических нагрузок на продукцию и обеспечения высокого качества доставляемой потребителю плодов и овощей, используются разнообразная тара.

В целях рационального размещения продукции в грузовом помещении вагона или контейнера разрабатываются способы погрузки скоропортящихся грузов, которое выбирается в зависимости от рода, его термической обработки, вида тары, типа вагона или контейнера и способа перевозки. Если в процессе перевозки от каждого грузового места необходимо отводить тепло при охлаждении груза или подводить тепло при обогреве, то груз должен укладываться с зазорами между отдельным вертикальным или перекрестным способом. Так размещаются в вагоны ящики с плодоовощами, перевозимыми с охлаждением. Исследования показали, что основными причинами порчи свежих плодоовощей при перевозке в рефрижераторных вагонах и контейнерах являются: невыполнение сроков доставки; механические повреждения при сборе; погрузка на автотранспорт и перегрузка в рефрижераторные вагоны и контейнера; несовместимость загружаемой продукции по транспортабельности; несвоевременная выгрузка; нарушения правил обслуживания рефрижераторных вагонов и контейнеров в пути следования. Невыполнение сроков доставки вызывалось, прежде всего, задержками при таможенных осмотрах и на сортировочных станциях.

Укладывая в рефрижераторные вагоны и контейнера охлаждаемые грузы, необходимо гарантировать циркуляцию воздушных масс по схеме принятой для данного вагона. Для этого надо, чтобы между гру-

зами и стенами рефрижераторного вагона и контейнера был определенный зазор. Если на внутренних стенах рефрижераторного вагона и контейнера есть вертикальные бруски, то грузы можно укладывать вплотную к ним, если же их нет, то на расстоянии 4-5 см от стен. Между вариациями ярусов грузов и потолком рефрижераторных вагонов и контейнера должно быть не менее 50 см, а если конструкцией предусмотрены поддоны у приборов охлаждения или балки с крючьями для подвески мяса, не менее 10 см от этих устройств. Циркуляцию воздуха под грузом обеспечивают напольные решетки. Охлаждаемые плодоовощные грузы, упакованные в ящики, загружают в рефрижераторные вагоны и контейнера по специально разработанным схемам[7].

Вертикальная укладка – когда между рядами ящиков оставляют просвет 4-5 см. Такая укладка обеспечивает хорошую циркуляцию воздуха в продольном направлении;

Перекрестная укладка – когда первый ярус ящиков укладывают вдоль рефрижераторных вагонов и контейнеров, второй – поперек. Схема сохраняется и в последующих ярусах. Между рядами ящиков и в первом и во втором ярусах оставляют просвет 4-5 см. Продольные каналы в нечетных ярусах и поперечные в четных обеспечивают циркуляцию воздушных масс в двух направлениях;

Шахматная укладка – используется только при загрузке ящиков массой более 20 кг. Ящики во всех ярусах укладывают вдоль вагона с просветами между рядами 4-5 см. Ряды нечетных ярусов смешаны по отношению к рядам четных. Вид с торца напоминает шахматную доску. Этот способ обеспечивает хорошую циркуляцию воздуха вдоль рефрижераторных вагонов и контейнеров[8].

Ящики – лотки с плодоовощами укладывают длинной стороной вдоль рефрижераторных вагонов и контейнеров плотно один к другому и к продольным стенам рефрижераторных вагонов и контейнеров так, чтобы все строки головки нижних ящиков точно входили в имеющиеся для них пазы ящиков верхнего яруса. Стой смежных ящиков верхнего ряда должны увязываться между собой проволокой или шпагатом. Если у одной из продольных стен рефри-

жераторных вагонов и контейнеров остается промежуток, равный длине ящика лотка, в этот промежуток ящики укладывают длиной поперек рефрижераторных вагонов и контейнеров[8].

На основе вышеприведенных данных разработана модель рационального размещения продукции в грузовом помещении вагона или контейнера.

Укладка груза вертикальным способом в рефрижераторный контейнер.

Число ящиков N_1 у которых направление расположение ребра их длины совпадает с направлением ребра ширины контейнера.

$$N_1 = \left[\frac{l_2^1}{b_1^1} \right] \left[\frac{l_1^1}{b_2^1} \right] \quad (1)$$

Здесь $l_2^1 = l_2 - 2(d_s - d) = l_2 + d_j - 2d_s$

$$l_1^1 = l_1 + d_j - 2d_s$$

$$b_1^1 = b_1 + d_j$$

$$b_2^1 = b_2 + d_j$$

Обозначим l_1 – длина контейнера, l_2 – ширина контейнера; $l_2 \geq l_1$.

b_1 – длина ящика, b_2 – ширина ящика; $b_1 \geq b_2$

d_s – расстояние от крайних ящиков до стен

d_j – расстояние между ящиками

$$l_2^1 \approx l_2 \quad l_2^1 < l_2$$

$$l_1^1 \approx l_1 \quad l_1^1 < l_1$$

$$b_1^1 \approx b_1 \quad b_1^1 > b_1$$

$$b_2^1 \approx b_2 \quad b_2^1 > b_2$$

По предложенной методике определяется количества ящиков для вертикального способа погрузки в рефрижераторный контейнер.

Укладка груза шахматным способом

1. Если ящики расположены так, что направление ребра ящика с длиной b_1 совпадает с направлением длины ребра контейнера с длиной l_1 .

То число ящиков в первом слое равно

$$N_{11,1} = \left[\frac{l_1^1}{b_1^1} \right] \left[\frac{l_2^1}{b_2^1} \right] \quad (2)$$

Число ящиков во втором слое равно

$$N_{11,2} = \left[\frac{l_1^1}{b_1^1} \right] \left(\left[\frac{l_2^1}{b_2^1} \right] - 1 \right) \quad (3)$$

Число ящиков в слое с нелинейным номером $2K+1$ равно

$$N_{11,2K+1} = N_{11,1} \quad (4)$$

Число ящиков в слое с четным номером равно

$$N_{11,2} = N_{11,2} \quad (5)$$

Число ящиков в слоях 1 и 2 равно

$$N_{11,1,2} = \left[\frac{l_1^1}{b_1^1} \right] \left(2 \left[\frac{l_2^1}{b_2^1} \right] - 1 \right) \quad (6)$$

Общее максимальное число ящиков в контейнере $N_{11,s}$ равно

$$N_{11,s} = \left[\frac{h}{2b_3} \right] \left[\frac{l_1^1}{b_1^1} \right] \left(2 \left[\frac{l_2^1}{b_2^1} \right] - 1 \right) \quad (7)$$

Рекомендации по результатам стационарных исследований и математического моделирования, погрузку скоропортящихся грузов в ящиках по теоретическому расчету проверяются посредством проведения опытных перевозок.

Целью проведения опытных перевозок является проверка в эксплуатационных условиях результатов теоретических расчетов и стационарных исследований по разработке условий, порядка рационального размещения свежих плодов и овощей в грузовом помещении вагона или контейнера. Опытные перевозки проводятся в летний и переходный периоды года.

Перед началом сезона перевозок, представители железной дороги обеспечивают включение опытных погрузок в план погрузки, своевременно представляют необходимый подвижной состав в полном объеме, принимают меры к продвижению опытных вагонов строго по назначению.

Разработанная методика позволяет определить точное количество ящиков, мешков и кулей, которые могут быть загружены в различные типы вагонов при вертикальном способе укладки, в частности при перевозке свежих плодов и овощей, с учетом обеспечения сохранности продукции при перевозке.

Для оптимальной загрузки ящиков с плодовоовощами, согласно программы, производится выбор способа укладки, которая обеспечивает сохранность груза при транспортировке.

Расчеты показали, что в автономный рефрижераторный вагон разместится 2893 ящика. При этом, в зависимости от веса ящика (размещения в таре объема груза), общий вес будет различным. При весе ящика 6,5 кг общий вес груза в вагоне составит 18,8 тонн, при весе ящика 9,5 кг – 27,5 тонны.

На основании опытных перевозок разрабатывается окончательный проект рекомендаций по корректировке, уточнению и дополнению высоты погрузки, предельных сроков перевозки сельхозпродукции в рефрижераторных вагонах и контейнерах, оформляются изменения и дополнения в Правила перевозок грузов (Часть 1, раздел 31).

Список литературы:

1. Типовая методика оценки способов и высоты укладки при перевозке свежих плодоовощей. М: Транспорт. 1983.» .20 с.
2. Мирянов О.В., Ибрагимов Н.Н., Левин Д.Ю. Моделирование условий перевозок плодоовощной продукции. "Вестник ВНИИЖТ". 1994. № 1. С. 38-41.
3. Ибрагимов Н.Н. Исследование влияния транспортного и химико-биологических факторов на сохранность свежих плодоовощей при транспортировке. "Вестник ВНИИЖТ". 1994. № 4 с. 18-25
4. Правила перевозок грузов. Ч.1.-М.: Транспорт, 1985г, 43стр.
5. Перевозок скоропортящихся грузов. Справочник/ А.П. Леонтьев, В.Д. Ткачев, А.П. Дюбко и др. М.: Транспорт, 1986г, 384стр.
6. Инструкция по обслуживанию перевозок скоропортящихся грузов. ЦМ/ЦВ 2704-М.: Транспорт, 1970г. 40 стр.
7. Перевозка скоропортящихся грузов. Справочник/А.П. Леонтьев, В.Д. Ткачева, А.П. Дюбко и др.М. Транспорт, 1986г.
8. Инструкция по обслуживанию перевозок скоропортящихся грузов. ЦМ/ЦВ 2704-М Транспорт, 1970г.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СТАНДАРТИЗОВАННОГО ЕЗДОВОГО ЦИКЛА

Зияев Комолиддин Зухритдинович

*д-р техн. наук, проректор по учебной работе,
Ташкентский институт проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ziyayevk@list.ru*

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF STANDARDIZED DRIVING CYCLE ASSESSMENT METHODS

Komoliddin Ziyayev

*PhD in Engineering, Vice Rector for Academic Affairs,
Tashkent institute of design, construction and maintenance of automobile roads,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В виду актуальности проблем энергосбережения и охраны окружающей среды в статье представлен анализ стандартизированных ездовых циклов. Изучены различные ездовые циклы, которыми в настоящее время руководствуются в Японии, Европе, США и России при определении расхода топлива и токсичности отработавших газов. На основании аналитического отчета ICCT о широком разбросе отклонений результатов лабораторного тестирования автомобилей от реальных условий езды сделан вывод о возможностях внедрения нового ездового цикла WLTC, как общепринятого стандарта для всех производителей автомобилей.

ABSTRACT

In view of the relevance of the problems of energy conservation and environmental protection, the article presents an analysis of standardized driving cycles. We studied various driving cycles, which are currently used in Japan, Europe, the USA, and Russia when determining fuel consumption and exhaust gas toxicity. Based on the ICCT analytical report on a wide range of deviations of laboratory test results from actual driving conditions, it is concluded that it is possible to introduce a new WLTC driving cycle as a generally accepted standard for all car manufacturers.

Ключевые слова: ездовой цикл, скорость движения, расход топлива, токсичность ОГ, экономичность автомобиля, экологичность автомобиля.

Keywords: driving cycle, driving speed, fuel consumption, exhaust emissions, car economy, car environmental friendliness.

Становящаяся все более актуальной проблема энергосбережения и охраны окружающей среды [1] заставляет специалистов активнее работать над поиском новых технических решений. Проводятся исследования, которые учитывают строительство дорожной инфраструктуры, оптимизацию конструкции автомобилей, автоматизированное управление дорожным движением и управление транспортным средством. Во многих случаях за основу исследований берется стандартизованный ездовой цикл, включающий основные фазы движения: разгон/торможение, езда с постоянной скоростью, холостой ход, переключение передач, остановка.

Ездовой цикл подбирается таким образом, чтобы его основные параметры (средняя и максимальная скорость, ускорение, продолжительность каждой фазы) были максимально приближены к параметрам реальной езды в городских условиях. Сегодня разные страны имеют собственные стандарты ездовых циклов.

Так, с 2011 года в Японии используется ездовой цикл JC08, предназначенный для оценки токсичности отработавших газов (ОГ) и топливной экономичности легковых автомобилей. Продолжительность цикла – чуть больше 20 минут. За этот период автомобиль проезжает 8,17 км со средней скоростью 24,4 км/ч. Самая высокая скорость в цикле – 81,6 км/ч. Данный цикл максимально приближен к езде в городе с активным движением, учитывая частые ускорения/снижения скорости, простаивания в пробках, остановки и быстрые разгоны на перекрестках. В то же время цикл JC08 не учитывает движения транспорта по магистралям с постоянной высокой скоростью.

В Европе с недавних пор применяется так называемый новый европейский ездовой цикл, обозначаемый NEDC и включающий в себя циклы ECE и EUDC. Он также направлен на оценку токсичности ОГ легкового транспорта [3]. Измеряется данный параметр в г/км. Можно встретить альтернативное название этого цикла – MVEG-A. Всего он включает

в себя 5 сегментов: 4 ECE и 1 EUDC. До начала испытания автомобиль 6 ч прогревается при температуре от 20 до 300°C. Далее следует холостой ход в течение 40 с.

Ездовой цикл ECE (или UDC) моделирует исключительно городское движение. За стандарт здесь берется езда по крупным европейским столицам – Парижу и Риму. Такое движение отличается невысокой скоростью, небольшой нагрузкой на двигатель и низкой токсичностью ОГ.

Цикл EUDC (Extra Urban Driving Cycle) – предполагает движение с высокой скоростью. Стандартом предусмотрена максимальная скорость 120 км/ч. Однако существует и вариант для маломощных транспортных средств. Он предусматривает наибольшую скорость 90 км/ч.

В США популярен ездовой цикл FTP-75 (Federal Test Procedure), базовым разработчиком которого является Американское агентство по охране окружающей среды (EPA). Этот цикл отличается комплексностью, потому он особенно ценен при определении токсичности ОГ. FTP-75 отличается от японского и европейского аналогов тем, что предусматривает большую продолжительность теста – 31 минуту. За это время автомобиль со средней скоростью около 35 км/ч проезжает 17,8 км. Максимально в течение цикла скорость достигает чуть выше 91 км/ч. За время тестирования автомобиль 22 раза останавливается и столько же раз набирает скорость. Цикл отличается от описанных выше аналогов меньшим временем простоя – всего 20% от всей продолжительности испытания. Также EPA предлагает дополнительные циклы:

- движение по магистрали со средней скоростью 78 км/ч;
- US06 – стремительное ускорение с места, моделирующее проезд перекрестка со светофором;
- SC03 – езда с включенным кондиционером.

Как видно, методика, предложенная EPA, однозначно выигрывает благодаря тому, что учитывает массу параметров. Потому ее можно считать максимально приближенной к реальной езде, когда есть фазы быстрой езды, остановок и разгонов на светофорах, езды с кондиционером. Это отображает фактическую нагрузку на ДВС или электродвигатель.

Цикл HWFET (Highway Fuel Economy Test) предложен EPA для тестирования пассажирского транспорта и оценки корпоративной топливной экономичности CAFE. HWFET включает в себя 3 сегмента: начальный и завершающий – это цикл UDDS, между ними – 10-минутная фаза остановки двигателя.

Ездовой цикл NYCC (New York City Cycle) моделирует движение транспорта по улицам Нью-Йорка.

Цикл UDDS (Urban Dynamometer Driving Schedule) – это тестирование легкового транспорта в условиях городской езды.

Цикл US06 характеризует движение транспорта в городских условиях с достаточно высокими значениями скорости и стремительными разгонами.

Российский цикл РТМ 37.031.024 описывает езду в пределах города и направлен на определение топливной экономичности транспортного средства.

От того, какой ездовой цикл будет выбран, зависит эффективность рекуперации энергии торможения. Это связано с тем, что энергетический баланс транспортного средства в течение цикла определяется длительностью каждой фазы движения, интенсивностью разгона и торможения, а также средними и максимальными значениями скоростей. Как видно из описания каждого цикла, значения ключевых параметров (скорости, ускорения, продолжительности фаз) для них существенно отличаются [4].

Как правило, американские стандартизованные ездовые циклы имеют минимальные отклонения от реальных условий езды – не более 5%. В то же время японские циклы отличаются от фактических условий на 10-15%, а европейские – на 20-25%. При этом важно учесть, что все перечисленные циклы разрабатывались исключительно для анализа автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Для гибридов они подходят лишь в незначительной степени, а возможности электромобилей они совершенно не учитывают. Осенью 2014 года Международный совет по чистому транспорту (ICCT) представил данные, которые показали, что в Европе официальные и фактические показатели расхода топлива не совпадают на 38%. Десятью годами ранее разница не превышала 10%. Масштабным исследованием было охвачено более полумиллиона легковых автомобилей, находящихся в как в частной, так и в корпоративной собственности. В среднем, реальные выбросы NOx от испытанных транспортных средств были примерно в 7 раз выше пределов, установленных стандартом Евро 6. Но некоторые транспортные средства имели средние показатели вредных выбросов ниже пределов Евро-6 [2].

Такая значительная разница говорит о необходимости разработки нового стандартизованного ездового цикла, базирующегося на более совершенной методике. Осенью 2017 года Организацией Объединенных Наций была предложена Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure (WLTP), обновленная методика, которая уже в 2018 году стала стандартом для стран Евросоюза. WLTP стала применяться для подсчета уровня расхода топлива и объемов выбросов ОГ на вышедших с конвейера автомобилях.

Новой методике соответствует принятый ездовой цикл WLTC (Worldwide harmonized Light vehicles Test Cycle). Цикл WLTC состоит из 4 фаз, которые отличаются скоростью движения: Low (до 56,5 км/ч), Medium (до 76,6 км/ч), High (до 97,4 км/ч) и Extra High (до 131,6 км/ч). Между фазами предусмотрены кратковременные остановки. Ездовой цикл WLTC предполагает более высокие скорости движения, чем NEDC, а ускорения и торможения, согласно новому стандарту, плавно переходят друг в друга.

Тестирование по обеим методикам должно проводиться на беговых барабанах. При этом WLTC предусматривает более интенсивные ускорения: 1,58 м/с² против 0,83 м/с² по NEDC. Суммарное же время простоя в новом ездовом цикле почти в 2 раза меньше, чем в предыдущем: 13% против 25%. То есть при оценке экономичности транспортных средств

фазы разгона/торможения теперь учитываются в меньшей степени. Такие особенности нового ездового цикла позволяют фиксировать больший расход топлива, а значит, и большие выбросы углекислого газа (примерно на 25-40%).

Новая методика тестирования позволяет более точно измерить потребление топлива и выбросы углекислого газа. Несмотря на то, что по-прежнему испытания проводятся в лабораторных условиях, обновленная система имеет ряд ключевых отличий. Так, следует обратить внимание на то, что теперь используется иная структура данных. В частности, изменена терминология для описания фаз движения транспорта с двигателями внутреннего сгорания. Вместо таких понятий, как "городской", "загородный" и "комбинированный", теперь используются термины "низкий", "средний", "высокий", "сверхвысокий" и "комбинированный" [5].

В исследованиях используется транспортное средство, имеющее комплектацию, которая создает наибольшее сопротивление движению. Специальные режимы, позволяющие экономить топливо, включаются только при условии, что это основные режимы в данной модели и производитель смог это подтвер-

дить. В ходе испытаний капот автомобиля обязательно закрывается, что повышает расход энергии на работу вентилятора системы охлаждения.

Отдельно система регламентирует условия тестирования автомобилей с электродвигателями и автомобилей-гибридов. Для последних перед началом испытания требуется полный разряд АКБ, если производитель не сможет предоставить доказательства, что при повседневной эксплуатации АКБ автомобиля всегда полностью или частично заряжена. Если в ходе проведения тестирования заряд АКБ изменяется, то величину изменения прибавляют или отнимают от итогового результата, который измеряется в кВт·ч. Подзаряжаемые гибриды тестируются в четырех циклах: при полностью разряженной батарее, при частично заряженной (2 цикла) и езда в режиме электромобиля (без включения ДВС). Для электромобилей батарея полностью разряжается, затем в течение 12 часов она заряжается и выдерживается.

Таким образом, новый цикл WLTC остается неидеальным как для электромобилей и гибридов, так и для автомобилей с ДВС. Однако, основное его достоинство заключается в возможности привести испытания автомобилей всех производителей к единому стандарту, независимо от типа автомобиля.

Список литературы:

1. Regulation (EU) 2019/631 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 setting CO₂ emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles, and repealing Regulations (EC) No 443/2009 and (EU) No 510/2011 [Электронный ресурс]. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2019/631/oj> (дата обращения: 22.02.2020).
2. Mukhitdinov A.A, Ziyaev K.Z. Method for evaluating the energy efficiency of regulated driving cycles // European science review. 2016. №9-10. pp. 234-236.
3. Real-world exhaust emissions from modern diesel cars. A meta-analysis of pems emissions data from EU (EURO 6) and US (TIER 2 BIN 5/ULEV II) diesel passenger cars. White paper. October 2014. [Электронный ресурс]. URL: https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_PEMS-study_diesel-cars_20141013_0.pdf (дата обращения 22.02.2020).
4. Regulated emissions of a Euro 5 passenger car measured over different driving cycles. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2010/wp29grpe/WLTP-DHC-04-03e.pdf> (дата обращения 22.02.2020).
5. The Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure (WLTP). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vehicle-certification-agency.gov.uk/fcb/wltp.asp> (дата обращения 22.02.2020).

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ СНАБЖЕНИЯ АВТОБУСОВ ISUZU, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В Г. ТАШКЕНТЕ

Мамасалиева Мукаддас Ибадуллаевна

ст. преп. кафедры «Техника оказания услуг», машиностроительный факультет,
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: m_mamasaliyeva@mail.ru

Худойбердиев Мухаммад Солих Авлокул ўгли

ассистент кафедры «Техника оказания услуг», машиностроительный факультет,
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: muhammadsolihxudoyberdiyev@gmail.com

Хайдаров Давронжон Мансуржон ўгли

магистр 2 курса кафедры «Техника оказания услуг», машиностроительный факультет,
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

ANALYSIS OF RELIABILITY INDICATORS OF THE ISUZU BUS SUPPLY SYSTEM USED IN TASHKENT

Mukaddas Mamasaliyeva

Senior Lecturer, Department of Service Engineering, Faculty of Machine building,
Tashkent State Technical University after named Islam Karimov
Republic Uzbekistan, Tashkent

Muhammad Khudoyberdiyev

assistant of the Department of Service Engineering, Faculty of Machine building,
Tashkent State Technical University after named Islam Karimov
Republic Uzbekistan, Tashkent

Davranan Haydarov

Master of 2 courses of the Department of Service Engineering,
Faculty of Machine building, Tashkent State Technical University after named Islam Karimov
Republic Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются условия эксплуатации и качественного обслуживания пассажиров автобусов ISUZU в Ташкенте. Показаны проблемы, связанные с обслуживанием автобусов. В процессе эксплуатации одной из наиболее важных проблем является система снабжения. Установлены износ деталей и узлов автобусов ISUZU в зависимости от пробега, а также приведены показатели надежности эксплуатационных показателей системы снабжения.

ABSTRACT

The article discusses the operating conditions and high-quality service for passengers of ISUZU buses in Tashkent. Shows the problems associated with the maintenance of the buses. During operation, one of the most important problems is the supply system. The wear of parts and components of Isuzu buses depending on the mileage is established, and the reliability indicators of the operational indicators of the supply system are given.

Ключевые слова: система питания, агрегат, эксплуатация, зажим, надежность, форсунка, топливный фильтр, топливный бак.

Keywords: power system, unit, operation, clamp, reliability, injector, fuel filter, fuel tank.

В настоящее время в городе Ташкенте для пассажирских перевозок служит около 850 автобусов

ISUZU. Надежность обслуживания автобусов: их конструкция, надежность, тягово-тормозные

качества, экономическая эффективность расхода топлива, простота обслуживания, управляемость, отсутствие искажений показателей – имеют важное значение при перевозке пассажиров. Под основными техническими показателями автобусов понимаются: пассажироместимость, количество посадочных мест, свободная поверхность (площадь) пола салона, а также сопоставимые поверхности, соответствующие одному человеку, и т.д.

Для пассажиров в салоне автобуса установлены следующие нормативы: 0,13 м² на каждого сидящего пассажира, 0,2 м² на стоящего пассажира, 1 м² на салон в час пик, за норму принято 8 пассажиров на поверхности.

Продолжительность посадки в городские автобусы и выход из них составляют значительную долю от общего времени, необходимого на пассажирские рейсы, и оказывает существенное влияние на среднюю скорость движения. Поэтому необходимо максимально сократить это время. Пол автобусного салона должен быть как можно ближе и количество лестниц меньше. Место, где пассажиры собираются у дверей, должно быть шире.

Скоростные и тяговые качества автобусов оцениваются по максимальной скорости движения, времени выхода на ту же скорость и максимально возможному уклону дороги. Максимальная скорость будет зависеть от функции автобуса: автобусы не пользуются большим спросом в городе и по городу, 60–80 км/ч вполне достаточно; в междугородних направлениях – 90–100 км/ч. Чем меньше времени автобус будет развивать максимальную скорость, тем лучше будут его эксплуатационные характеристики. Но, чтобы сократить время такой спешки, мощность двигателя должна быть большой. Потребуется большое количество топлива. Оптимально иметь 40–50 л. для городских автобусов, 50–60 л. для пригородных автобусов, 70–90 л. для междугородных автобусов.

Одним из самых важных показателей автобуса является расход и экономия горюче-смазочных материалов, на которых автобус может проехать каждые 100 км. Расход топлива, более корректно – «удельный расход топлива», – количество израсходованного автобусом топлива, обычно связано с расстоянием, пройденным на этом топливе. Для специальной техники на автомобильной базе также может определяться часовой расход топлива [6].

Когда вместимость автобусов одинакова, то чем меньше расход топлива, тем автобус экономичнее и полезнее. Если один автобус едет по разным дорогам, когда количество остановок бывает разное, естественно, расходы будут разными в зависимости от качества дорог, стиля вождения, особенности его эксплуатации и других факторов. Поэтому в зависимости от условий эксплуатации вносятся коррективы в нормы расхода топлива для автобусов.

Автомобили, производимые в нашей стране, оказывают положительное влияние на развитие

нашей экономики. Автобусы ISUZU, произведенные в городе Самарканде, эксплуатируются не только на республиканском уровне, но и в зарубежных странах. При оказании качественных услуг населению в автобусах ISUZU необходимо предотвращать и устранять неисправности и сбои, возникающие в процессе их эксплуатации. Необходимо своевременно проводить ремонт и техническое обслуживание автобусов на основании нормативных документов и повышать качество обслуживания [4].

Систему питания в двигателе внутреннего сгорания автотранспортных средств можно считать сложной системой. Система – это ряд узлов, механизмов, взаимосвязанных между собой и выполняющих определенные функции в процессе работы. Автомобильная система состоит из нескольких подсистем (агрегатов), которые, в свою очередь, состоят из элементов (деталей). Поэтому более частое возникновение неисправностей встречается именно в этой системе [3, 5].

Процесс эксплуатации автобусов ISUZU мы рассмотрели на примере автобусного парка № 2 города Ташкента, что касается агрегатов и систем автобусов, то среди встречающихся неисправностей одной из многих является система снабжения.

Нарушение системы снабжения оказывает свое негативное влияние в процессе эксплуатации. По этой причине изучение эксплуатационной надежности системы снабжения автобусов ISUZU является актуальной задачей. Для выполнения этих работ необходимо будет проводить наблюдения на автобусах ISUZU, определять показатели надежности характеристик автобусов и выявлять детали, которые резко влияют на надежность.

При исследовании эксплуатационной надежности автобусов ISUZU с точки зрения системы питания в первую очередь анализируются основные возникающие неисправности.

Обычно самые основные сбои и неисправности, возникающие в системе питания автобусов, вызваны загрязнением топливного фильтра, износом игольчатых отверстий форсунки, заполненностью возвратной трубы топлива, загрязнением общей рампы (common rail), разрывом диафрагмы топливного насоса, заполненностью топливного бака, потерей эластичности пружины разграничителя давления, неполадкой общего датчика давления неисправности ЭБУ (электронного блока управления), обрывом электрических проводов и др. [1].

Когда мы наблюдали в системе снабжения неисправности по критерию расстояния, пройденного в километрах, то нами было установлено, какой из элементов системы питания имеет больше неисправностей, и полученные данные вышеописанных неисправностей дали в виде таблицы.

Таблица 1.

Отличие автобусов ISUZU в плане неисправностей и сбоев, возникающих в системе снабжения

№	Элементы	Неисправности, возникшие в системе снабжения автобусов "ISUZU", тыс. км.										Всего	
		5000	5000–10000	10000–15000	15000–20000	20000–25000	25000–30000	30000–35000	35000–40000	40000–45000	45000–50000		
	В условиях эксплуатации	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	Количество	%
1	Топливный фильтр	–	–	3	2	6	18	13	8	5	3	58	58
2	Форсунка	–	–	2	2	5	13	5	4	2	5	38	38
3	Возвратная трубка топлива	–	–	1	4	3	5	3	2	2	2	22	22
4	Общая рампа	–	–	2	3	2	4	2	1	1	1	16	16
5	Проводящий клапан	–	–	3	2	4	6	3	2	3	3	26	66
6	Топливный бак	–	–	–	–	1	2	–	1	–	–	4	4
7	Фильтр-отстойник	–	–	4	8	13	31	26	19	14	9	124	124
8	Топливный насос высокого давления	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	2	2
9	Ограничитель давления	–	–	1	2	2	4	3	2	1	1	16	16
10	Датчик общего давления	–	–	–	–	2	4	1	2	1	2	12	12
11	Электронный блок управления	–	–	–	–	1	2	1	–	1	–	5	5
12	Электронная сигнализация	–	–	–	1	–	1	–	–	–	1	3	3
13	Электропровода	–	–	2	1	1	5	3	3	2	2	19	19
Всего		–	–	20	29	44	104	66	47	36	31	377	100

Из структуры этой таблицы можно сказать, что показатель надежности автобусов ISUZU, работающих в городских условиях, появился в процессе анализа [2].

Таким образом, в результате исследования автобусов, используемых в автобусном парке № 2 города

Ташкента, были сделаны определенные выводы при определении состояния надежности автобусов ISUZU, используемых в городе Ташкенте. По данным в ходе исследования проведен анализ надежности работы автобусов, на основании этого были определены цель и задачи исследования.

Список литературы:

1. Базаров Б.И. Научные основы энергоэкологической эффективности использования альтернативных моторных топлив : дис. ... д-ра техн. наук. – Ташкент : ТАДИ, 2006. – 302 с.
2. Диагностика и техническое обслуживание машин : учебник для студентов высш. учебн. заведений / А.Д. Ананин [и др.]. – М. : Академия, 2008. – 152 с.
3. Қодиров С.А. Совершенствование эксплуатации автобусов «ISUZU» с газовыми двигателями : дис. ... магистра. – Ташкент, 2014.
4. Мавланов А.В. Исследования эксплуатационной надежности автобусов 0345 за гарантийный период эксплуатации. – Ташкент, 2008. – С. 30–31.
5. Сидикназаров Қ.М. Автомобиллар техник эксплуатацияси. – Ташкент, 2006. – 630 с.
6. Худойбердиев М.А. Тошпассажиртаъмир мисолида «ISUZU» автобусларига хизмат кўрсатишнинг янада такомиллаштириш. Магистр академик даражасини олиш учун ёзилган диссертацияси. – Тошкент, 2019. – 83 б.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 3(72)
Март 2020

Часть 1

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: mail@7universum.com
www.7universum.com

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3
16+