UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Выпуск: 1(82)

Январь 2021

Часть 1

Москва
2021

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

Звезда 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;

Мерганов Аваз Мирсултанович, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 1(82). Часть 1.
М., Изд. «МЦНО», 2021. – 88 с. – Электрон. версия печ. публ. –
<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/182>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание

Безопасность деятельности человека	5
ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЙ УЗБЕКИСТАНА	5
Ахмедова Назира Махмудовна Тошназаров Абдумалик Хамзаевич Бердиев Улугбек Хакбердиевич Жуманиязов Ильхом Остонакул угли	
ВЫБОР СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	8
Раббимов Хасан Тураббоевич Ахмедова Назира Махмудовна	
Инженерная геометрия и компьютерная графика	11
МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ НА ОСНОВЕ "MOBILE BASIC"	11
Насиров Мурад Закирович	
Информатика, вычислительная техника и управление	15
КОНЦЕПЦИИ И ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ	15
Горовик Александр Альфредович Халилов Зиёдбек Шавкатович	
ОБ ОБОБЩЁННЫХ ОПЕРАЦИЯХ МНОЖЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ	18
Гуламов Мухамад Исакович	
ПРОБЛЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМАНД РАЗРАБОТЧИКОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПЕРИОД МАССОВОГО ПЕРЕХОДА НА УДАЛЕННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ	21
Савельев Максим Александрович	
ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ СО ₂ -ЭКСТРАКЦИЕЙ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	24
Файзиев Шавкат Исматович	
Машиностроение и машиноведение	27
ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОСЕИВАНИЯ ЧАСТИЦ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА ОТ СКОРОСТИ ИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ	27
Абдуллаев Зокиржон Джураевич	
АНАЛИЗ МЕТОДА ДОЗИРОВАНИЯ ИСХОДНЫХ ЗАГОТОВОК ПО МАССЕ	31
Абдуллаев Фатхулла Сагдуллаевич Загидуллин Рафаил Рахимуллаевич Ахмадалиев Шахрух Шухратович Ризаева Нигора Мирвахид кизи	
РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПЛАНЕТАРНЫХ РЯДОВ	34
Жураева Гулчехра Шодиевна Авазнийёзов Алишер Бектемирович	
АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ УЗБЕКИСТАНА	37
Иргашев Амиркул Хамроев Рамзжон Комилжон угли Суннатов Ахрор Учқунович	
Металлургия и материаловедение	42
МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ФУРАНО-ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ	42
Сайфуллаева Гулхаё Ихтиёровна Негматов Сайибжан Садыкович Абед Нодира Сайибжановна Камолов Ихтиёр Рамазонович Баракаева Сарвиноз Тулкуновна Камалова Дилнавоз Ихтиёровна	

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ Шодиев Хамза Рузикулович Нематова Комила Соибжановна Нематов Сайибжан Садыкович Абед Нодира Сойибжановна Насриддинов Азизбек Шамсиддинович Султанов Санжар Уразалиевич Камалова Дилнавоз Ихтиёровна	46
Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы	50
СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ПОВЕРХНОСТИ И ЭЛЕМЕНТОВ ПРОФИЛЕЙ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ Хаджимухаметова Матлуба Адилевна	50
Радиотехника и связь	57
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАДАРА AWR1642 Серов Сергей Алексеевич Ряшенцева Вера Игоревна Комаров Алексей Александрович Ушков Андрей Николаевич	57
Транспорт	67
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ШЫМКЕНТА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН Пернебеков Сакен Садиекович Дутбаев Жаксылык Тохтасынович Тортбаева Динара Рыскулбековна Карташова Антонина Васильевна	67
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОГРУЗКИ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УЗБЕКИСТАНА Сабуров Мардонбек Баходирович Бутунов Дилмурод Баходирович	71
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕВОЗКИ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ Эшонкулов Жавохир Эркин угли Светашева Наргиза Фаритовна Тулаев Алтынбек Умарбекович	75
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОСВЯЗИ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТАРЫ И ПОЛУВАГОНА Эшонкулов Жавохир Эркин угли Светашева Наргиза Фаритовна Тулаев Алтынбек Умарбекович	79
Транспортное, горное и строительное машиностроение	82
ДЕФОРМАЦИИ СВАРНЫХ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОБОЛОЧКООБРАЗНЫХ ДНИЩ РОТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКОЙ Махмудова Наргиза Адбинабиевна	82

БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА
В СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЙ УЗБЕКИСТАНА****Ахмедова Назира Махмудовна**

доктор PhD

Навоийского государственного горного института,

Республика Узбекистан, г.Навои

E-mail: nazira.axmedova@bk.ru**Тошназаров Абдумалик Хамзаевич**

ассистент

Навоийского государственного горного института,

Республика Узбекистан, г.Навои

E-mail: abdumalik.toshnazarov@bk.ru**Бердиев Улугбек Хакбердиевич**

студент

Навоийского государственного горного института,

Республика Узбекистан, г.Навои

Жуманиязов Ильхом Остонакул угли

студент

Навоийского государственного горного института,

Республика Узбекистан, г.Навои

**THE PROBLEM OF ENSURING HUMAN SAFETY IN THE SYSTEM
OF ENTERPRISES OF UZBEKISTAN****Nazira Akhmedova**

PhD Doctor of Navoi State Mining Institute,

Uzbekistan, Navoi

Abdumalik Toshnazarov

Assistant at the Navoi State Mining Institute,

Uzbekistan, Navoi

Ulugbek Berdiev

Student of the Navoi State Mining Institute,

Uzbekistan, Navoi

Ilkhom Zhumaniyazov

Student of the Navoi State Mining Institute,

Uzbekistan, Navoi

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается проблема обеспечения безопасности личности, измеряемый индивидуальной продолжительностью жизни, который зависит не только от её поведения, но и от уровня безопасности общества, где поведение конкретной личности позволяет ей только реализовать достигнутый обществом уровень безопасности.

ABSTRACT

The article examines the problem of ensuring the safety of an individual, measured by an individual's life expectancy, which depends not only on her behavior, but also on the level of safety of society, where the behavior of a particular individual allows her only to realize the level of safety achieved by society.

Ключевые слова: безопасность, безопасность жизнедеятельности, опасность, техносфера, технические системы, опасные ситуации, теория безопасности, угроза, безопасность жизнедеятельности.

Keywords: safety, life safety, danger, technosphere, technical systems, dangerous situations, safety theory, threat, life safety.

В настоящее время в условиях коренных изменений, происходящих в сфере науки, техники и производстве, наше общество идет по пути реформ, направленных на глубокие преобразования всех государственных структур Узбекистана. Реформирование носит системный характер и представляет собой комплекс взаимосвязанных политических, организационных, научно-технических, социально-правовых и экономических мероприятий, направленных на качественное преобразование государственных институтов с учетом перспектив развития общества Узбекистана.

Научно-техническая революция и связанное с ней все большее давление на природу со стороны человека, наряду с положительными сторонами этого процесса, связанными с улучшениями условий труда, достижением большего комфорта в жизнедеятельности, выдвинула серьезную проблему - значительного роста опасности существования человечества в техносфере.

Достижение безопасности человека в техносфере - задача как индивидуального, так и всенародного масштаба; задача, непосредственно связанная как с действиями каждого человека в сфере деятельности, быта и отдыха, так и с действиями руководителей производственных процессов, отраслей экономики и государства. Обеспечение безопасности жизнедеятельности человека в техносфере - путь к решению многих проблем защиты природной среды от негативного влияния техносферы, фундамент для решения проблем безопасности на более высоких уровнях: региональном, биосферном, глобальном [2].

Решение задач современного комплекса проблем безопасности в Узбекистане на примере производственных объектов может быть получено на основе общей теории безопасности. Хотя в завершённом виде эта теория ещё не оформлена, её основные подходы и методы сформированы и широко используются для прогнозов развития опасных ситуаций в техносфере, качественных и количественных оценок мер и систем безопасности. Их разработка осуществлялась в процессе обеспечения эффективности и безопасности сложных технических систем на производстве, решения проблем управления экономическими, социальными и экологическими системами, в том числе в глобальном масштабе.

Применяемые при обсуждении реальных проблем на производственных объектах Узбекистана, понятия и определения имеют строго определённое значение только в рамках теорий, упрощающих сложную действительность, создающих абстрактные схемы, модели этой действительности для решения определённого класса практических задач. Одной из таких схем является теория безопасности в техносфере.

В течение всей своей профессиональной жизни человек подвергается воздействию целого комплекса факторов производственной окружающей среды. Среди них одно из ведущих мест занимают так называемые физические факторы: шум, вибрация, неионизирующие электромагнитные излучения (ЭМИ), микроклимат и др.[3]. При определенных условиях каждый из них, а также их разнообразные комбинации могут приводить к существенному напряжению адаптационных возможностей организма человека, а в дальнейшем и к нарушению адаптации. Воздействие данных факторов определяется как их физическими характеристиками (дозовая нагрузка), так и функциональным состоянием ведущих систем организма, его индивидуальной чувствительностью к раздражителю.

Из исследований выявлено, что в промышленных объектах Навоийской области на работника влияют в течение рабочего дня следующие опасные и вредные факторы:

- воздействие вредных веществ, действующих на дыхательные пути: кислота, щелочь в цехах АО Навоиазот, ГМЗ Навоийского горно-металлургического комбината;
- вибрация во многих промышленных объектах Навоийской области;
- шум в дробильных цехах, шум от компрессоров Навоийского горно-металлургического комбината и АО Кизилкумцемент;
- воздействие электрического поля токов промышленной частоты во всех промышленных объектах;
- воздействие электрического тока токов промышленной частоты во всех промышленных объектах;
- воздействие радиации ГМЗ, РУ Навоийского горно-металлургического комбината.
- воздействие высоких температур при обжиге цементного клинкера, а также при расплавке металла в литейном цеху Навоийского горно-металлургического комбината.

Нормирование содержания вредных веществ заключается в установлении для них ПДК, т.е. концентраций вредных веществ, которые при ежедневной работе в течение всего рабочего стажа не вызывают заболеваний или нарушений здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего или последующего поколений. Но в некоторых случаях эти нормативные содержания невозможно уменьшить из-за технологических процессов, поэтому в течение определенного времени у работника проявляются различные профессиональные заболевания в зависимости от воздействия вредных веществ (например, различные кожные заболевания).

Исходя из анализов нормирования вибрации установлено, что уровень вибрации, создаваемый машиной, не должно быть выше ПДУ более чем на 12 дБ, в этом случае применение машины запрещается [1]. При превышении на 1-12 дБ в течение рабочей смены должно быть сделано 2 регламентируемых перерыва по 20 и 30 минут каждый [1], но эти перерывы на производстве невозможно выполнять из-за определенных технологических процессов на производстве.

Шум относится к неблагоприятным факторам производственной среды. Действие его на организм человека связано главным образом с применением различных видов оборудования - двигателей, насосов, компрессоров, турбин, пневматических и электрических инструментов, молотов, дробилок, станков, центрифуг, бункеров и прочих установок, имеющих движущиеся детали. Рассматривая производственные объекты АО Кизилкумцемент надо отметить, о необходимости установления 21 компрессорных установок для технологических процессов, которые соответственно создают шум, воздействующий на работников отрицательно. Под воздействием шума на организм человека возникают изменения, прежде всего в органе слуха, нервной и сердечно-сосудистой системах работника, который находится постоянно в шумных цехах. При этом степень выраженности их в значительной мере зависит от интенсивности и спектрального состава шума в производственных помещениях, стажа работы работника в условиях воздействия шума, длительности действия шума в течение рабочего дня, а так же индивидуальной чувствительности организма. Из исследований выявлено, что трудовые процессы в цехах НГМК, АО Навоизот, АО Кизилкумцемент, связанные с воздействием шума, нередко требуют вынужденного положения тела, напряжения определенных групп мышц, повышенного внимания, нервно-эмоционального напряжения, а также могут сочетаться с воздействием вибрации, отдачи, пыли, токсических веществ, неблагоприятных метеорологических условий.

При работе оборудования ПДУ электрического поля токов частотой 50 Гц для персонала, обслуживающего электроустановки, дается в зависимости от времени пребывания его в зоне. Допустимое время пребывания работников в промышленных объектах

реализуют или однократно, или дробно в течение рабочего дня. Воздействие на организм человека электротока, его нормирование зависят от вида поражения, факторов в производственной среде, в основном поражение работников происходит из-за не выполнения, правил работы с электрооборудованием по технике безопасности. Наиболее существенными опасностями являются электрические, вызывающие риск электротравматизма.

Так же надо отметить, что в Навоийском цементном заводе выявлены различные профессиональные заболевания среди рабочих. В основном пневмокониоз у рабочих выполняющих погрузочные работы, очистку вагонов для погрузки цемента, при расфасовке цемента.

Рабочие очищают печи от клинкера вручную в печах для обжига цемента, которые работают при температуре 1100 - 1200 °С, после отключения обогрева печей, где температура в печи превышает нормативное значение 30°С. Выполнение работ при высокой температуре приводит к ухудшения здоровья человека, приводит различным профессиональным заболеваниям.

Наиболее вредным фактором производственной среды Навоийского горно-металлургического комбината является добыча и обогащение урана. При работе с радиоактивными веществами возможно попадание их внутрь организма через легкие или желудочно-кишечный тракт, а так же через неповрежденную кожу. Особенно опасны в этом отношении работы по разработке и добыче урана, которые могут привести к развитию онкологических заболеваний, а также могут быть причинами лучевой болезни среди работников соприкасающихся ураном.

Таким образом, безопасность человека, обеспечиваемая его жизнедеятельностью, может быть измерена уровнем безопасности техносферы. Безопасность техносферы может быть обеспечена увеличением использования дистанционного управления, автоматизацией технологических процессов, усовершенствованием технологий, правильной организации работ, обеспечением современными средствами защиты, учитывая вредность работ, разработкой безотходных технологий, от которых зависит продолжительность жизни человека.

Список литературы:

1. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2004. - 606 с.
2. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2001. - 485
3. Евсеев В.О., Кастерин В.В., Коржинек Т.А. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для бакалавров; Под ред. Е.И. Холостова, О.Г. Прохорова. - М.: Дашков и К, 2013. - 456 с.

ВЫБОР СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Раббимов Хасан Тураббоевич

*ст. преподаватель
Навоийского государственного горного института,
Республика Узбекистан, г. Навои*

Ахмедова Назира Махмудовна

*доктор PhD Навоийского государственного горного института,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: nazira.axmedova@bk.ru*

SELECTION OF PERSONAL RESPIRATORY PROTECTION EQUIPMENT TO ENSURE THE SAFETY OF MINING WORKERS

Hasan Rabbimov

*Senior Lecturer
at Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi*

Nazira Akhmedova

*PhD Doctor
of Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы выбора и использования средств индивидуальной защиты органов дыхания в горном производстве, учитывая тяжесть работ, показателей микроклимата рабочей зоны, агрегатного состояния, количественного содержания пыли в воздухе рабочей зоны

ABSTRACT

The article deals with the selection and use of personal respiratory protection in mining, taking into account the severity of work, indicators of the microclimate of the working area, state of aggregation, the quantitative content of dust in the air of the working area

Ключевые слова: производственные процессы, технология, безопасность труда, средства индивидуальной защиты, профессиональные заболевания, горная промышленность, рабочая зона, производственные операции.

Keywords: production processes, technology, labor safety, personal protective equipment, occupational diseases, mining, working area, production operations

Специфика современных производственных процессов в Узбекистане привела к появлению новых технологий, отвечающих требованиям безопасности труда. Вместе с тем, в отдельных отраслях технологические условия горного производства требуют обеспечения защиты персонала путем применения средств индивидуальной защиты (СИЗ).

В этом сегменте деятельности горного производства имеется ряд нерешенных проблем. Оценка реальных производственных условий на территории Навоийской области выявила, что до 60% работников не применяют или неправильно применяют средства индивидуальной защиты.

Возможно, это обстоятельство служит причиной того, что только в последние годы у многих работников горной промышленности Навоийской области

диагностированы профзаболевания в первую очередь органов дыхания. Поэтому важной задачей современных требований безопасности является научное обоснование и детальное исследование проблем применения средств индивидуальной защиты органов дыхания, как одного из способов обеспечения безопасности работников горной промышленности.

На производственных объектах горной промышленности Навоийской области средства индивидуальной защиты органов дыхания используются в качестве защитных средств при отдельных производственных операциях в периоды превышения уровней ПДК пыли или практически постоянно (свыше 50% рабочей смены).

В зависимости от наличия и концентрации вредных веществ и пыли в воздухе каждому работающему

должны выдаваться средства индивидуальной защиты, обеспечивающие необходимую защиту.

При выборе средств индивидуальной защиты органов дыхания должны учитываться шесть основных критериев:

- 1) качественный состав, агрегатное состояние и количественное содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- 2) специфика выполняемых производственных операций (категория тяжести работ);
- 3) показатели микроклимата рабочей зоны;
- 4) назначение и принцип действия средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);
- 5) их конструктивные особенности;
- 6) показатели защитных и эксплуатационных свойств.

Данные по первым трём критериям определяются результатами аттестации рабочих мест, а по остальным трём - Государственными стандартами Узбекистана на средства индивидуальной защиты органов дыхания.

Важным аспектом при установлении соответствия средств индивидуальной защиты органов дыхания работнику с учетом специфики выполняемых им работ, является подбор размеров. Если подбираемый тип средств индивидуальной защиты органов дыхания должным образом не прилегает к лицу, то это средство защиты или его размер не пригодны для использования.

Размеры лицевых частей респираторов подбираются индивидуально в соответствии с указаниями по эксплуатации, как и методы проверки их прилегания к лицу человека.

При выборе средств индивидуальной защиты органов дыхания необходимо учитывать тяжесть работ и характер трудовых операций.

При работах, требующих большого физического напряжения и сопровождающихся повышенными величинами легочной вентиляции, интенсивными движениями, а также выполняемых в замкнутых пространствах, некоторые конструкции средств индивидуальной защиты органов дыхания могут оказаться непригодными.

Следовательно, они могут ограничить способность человека выполнить тяжелую физическую работу, вызвать чувство дискомфорта. Поэтому при непрерывном использовании таких средств индивидуальной защиты органов дыхания в течение смены целесообразно устраивать дополнительные перерывы в работе, помимо предусмотренных существующей технологией и организацией труда. Необходимо также учитывать, что высокое физическое напряжение может усилить неблагоприятное воздействие средств индивидуальной защиты органов дыхания на человека, повышая сопротивление дыханию и увеличивая потоотделение. Это приведет к тому, что маска станет прилипать к лицу, снизятся ее защитные свойства. Если осуществляются подобные работы, то лучше применять средства защиты с принудительной подачей воздуха. Однако при этом необходимо помнить,

что с ростом легочной вентиляции, связанной с тяжестью нагрузок, увеличивается скорость воздушного потока на вдохе, что может превысить объем подаваемого под маску воздуха. Тогда человек не в состоянии вдохнуть требуемое количество воздуха и потому сбрасывает с себя респиратор. А это означает, что требуется контролировать количество подаваемого воздуха и регулировать его в соответствии с потребностями легочной вентиляции. Лучше, когда это количество будет превышать максимальный объем значения его потребления при наиболее тяжелых производственных операциях. Выбирая тип средств индивидуальной защиты органов дыхания, важно учитывать метеорологические условия, при которых выполняется работа. Так, при использовании фильтрующих респираторов при низких температурах может наступить обледенение клапанной системы и нарушиться герметичность средств индивидуальной защиты органов дыхания. В связи с этим предпочтение следует отдавать респираторам, оснащенным специальными элементами, например, водопоглощающими вкладышами - для устранения конденсата внутри маски [1, 2].

Вместе с тем, до сих пор остается нерешенным ряд важнейших проблем, связанных с их эффективностью, надежностью, конструктивными особенностями, методиками выбора средств индивидуальной защиты органов дыхания, важнейшими физиологическими характеристиками человека в процессе работы, в том числе: изменением условий дыхания; обмена теплоты; работы мышц; ограничением процесса восприятия производственной среды и др. Кроме того, удобство использования средств индивидуальной защиты органов дыхания определяет психологически обусловленное желание работника применять данное защитное устройство.

Таким образом, создается новое направление исследования – разработка методики выбора и использования средств индивидуальной защиты органов дыхания.

При этом применение средств индивидуальной защиты органов дыхания являются обязательным условием обеспечения необходимой защиты органов дыхания в горной промышленности.

Нерешенность комплекса проблем, связанных с применением средств индивидуальной защиты органов дыхания в производственных условиях, приводит к нежеланию рабочих применять защитные устройства, что приводит к значительным производственным и людским потерям.

Выполненный нами анализ проблем применения респираторов известных и новых конструкций показал, что методика выбора средств защиты органов дыхания для защиты от вредных веществ требует детальной проработки указанных выше вопросов.

В частности, энергетические траты организма работающего человека возрастают в средствах индивидуальной защиты органов дыхания в полтора-два раза, а при тяжелой работе и необходимом росте легочной вентиляции увеличиваются еще больше.

Дополнительное сопротивление может стать причиной ограничения работоспособности, интенсивности и длительности труда. Неизбежное накопление диоксида углерода, увеличение его парциального давления при поступлении в легкие меняет и условия газообмена в альвеолах, затрудняется выведение из организма образовавшегося в процессе обмена веществ диоксида углерода.

Накопление диоксида углерода в крови изменяет нервную регуляцию дыхательного аппарата, что требует увеличенного выведения диоксида углерода для сохранения нормального содержания газов в крови.

Таким образом, основные требования к средствам индивидуальной защиты органов дыхания – безопасность, надежная защита и минимальные помехи дыханию и работоспособности и других физиологических функций не могут быть соблюдены, поэтому требуется вводить специальные режимы труда и отдыха.

Нами приведен лишь один из примеров, связанных с нерешенностью проблем выбора и применения средств индивидуальной защиты органов дыхания.

В действительности существует дефицит научных разработок для различных отраслей горной промышленности и условий трудового процесса, отсутствие детальных рекомендаций по выбору и использованию средств индивидуальной защиты органов дыхания, создает не только проблемы для специалистов в области охраны труда, а также не способствует выполнению главной задачи производства – сохранение здоровья работников горного производства.

Таким образом, разработка методик выбора и использования современных средств индивидуальной защиты органов дыхания в различных технологических процессах горного производства, требует незамедлительного решения.

Список литературы:

1. Каминский С.Л., Коробейникова А.В. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Выбор, применение, режимы труда. Методические рекомендации. — СПб.: Крисмас+, 1999.- С. 99.
2. Миронов Л.А. Значение подсоса загрязненного воздуха в подмасочное пространство фильтрующих респираторов и методы его обнаружения //Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. 2002. № 3(15). С. 33—35.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-1.11-14

МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ НА ОСНОВЕ “MOBILE BASIC”**Насиров Мурад Закирович**

канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: nmz1964@yandex.ru

THE LEAST-SQUARES METHOD BASED ON THE “MOBILE BASIC”**Murad Nasirov**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor of the Department of Physics,
Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается возможность применения Mobile Basic для аппроксимации экспериментальных данных методом наименьших квадратов. Приведены примеры для линейной, квадратичной и кубической зависимостей физических величин.

ABSTRACT

The article discusses the possibility of using Mobile Basic for the approximation of experimental data by the least squares method. Examples are given for linear, quadratic, and cubic dependences of physical quantities.

Ключевые слова: метод наименьших квадратов, физический эксперимент, достоверность результатов.

Keywords: method of least squares, physical experiment, the reliability of the results.

Развитие и совершенствование методов и средств современных информационных технологий создают реальные возможности для их использования в системе образования с целью развития творческих способностей студентов. Именно используя новые информационные технологии, мы имеем реальные возможности построения открытой образовательной системы, позволяющей каждому студенту выбирать свое собственное направление в обучении. Новые технологии получения знаний посредством эффективной организации познавательной деятельности обучающихся в ходе учебного процесса на основе современного компьютера позволяют повысить организацию учебного процесса и его эффективность в целом.

Однако в условиях пандемии приходится проводить учебный процесс дистанционным образом и не у всех студентов имеются компьютеры. В настоящее время студенты изучают предметы в основном с помощью мобильных телефонов. Поэтому в данной работе рассматривается возможность применения Mobile Basic для аппроксимации экспериментальных данных методом наименьших квадратов [8].

Метод наименьших квадратов является наиболее широко распространенным методом обработки

данных физических экспериментов. Данный метод стали применять для статистической обработки данных как лабораторных работ по общей физике, так и педагогических экспериментов. Преимущественно встречается случай программирования расчета на базе различных программных языков с последующим выводом результатов расчета в виде неких таблиц или графиков [1-3, 6]. Разнообразие используемых программ расчета и различие их в степенях совместимости с операционными системами представляет актуальности разработки более универсального приложения этого метода. Автором настоящей работы разработано Mobile Basic приложение метода наименьших квадратов для обработки данных любых физических экспериментов [4, 5]. Рассмотрены некоторые примеры применения данной методики для расчета определенных экспериментальных данных.

Если некоторая физическая величина y зависит от другой величины x , то эту зависимость можно исследовать, измеряя y при различных значениях x . В результате измерений получается ряд значений:

$$x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n.$$

По данным такого эксперимента можно построить график зависимости $y = f(x)$. Полученная кривая дает возможность судить о виде функции $f(x)$. Однако значения постоянных коэффициентов, которые входят в эту функцию, остаются неизвестными. Применение метода наименьших квадратов позволяет легко определить их значения. Экспериментальные точки, как правило, не ложатся точно на линии кривой. Метод наименьших квадратов требует, чтобы сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от кривой, т.е. $[y_i - f(x_i)]^2$ была наименьшей.

На практике этот метод наиболее часто используется в случае линейной зависимости. Линейная зависимость очень широко распространена в физических задачах. И даже когда зависимость нелинейная, обычно стараются построить график так, чтобы получить прямую линию. Например, если предполагать, что показатель преломления стекла n связан с длиной λ световой волны соотношением $n = a + b/\lambda^2$, то на графике строят зависимость n от λ^{-2} .

Рассмотрим случай, когда экспериментальные точки должны удовлетворить формулу:

$$y = \sum_{i=0}^n a_i x^i$$

Задача состоит в том, чтобы по имеющемуся набору значений x_j, y_j найти наиболее приближенные

значения a_j . Кроме того, удобно выражать результаты расчета в графической форме, которые позволяют наглядно проанализировать физический механизм исследуемой зависимости.

Созданная автором программа на Mobile Basic позволяет легко определить неизвестные коэффициенты не только линейной, но и квадратичной, кубической и любой степени аргумента. Применение этого метода для обработки данных различных задач приведено в рассматриваемых ниже примерах.

Пример 1. С целью определения температурного коэффициента поверхностного натяжения, измерены поверхностное натяжение воды в зависимости от температуры и получены следующие результаты: $\sigma_1 = 63$ мН/м (при $t_1 = 0$ °C); $\sigma_2 = 61$ мН/м (при $t_2 = 20$ °C); $\sigma_3 = 58$ мН/м (при $t_3 = 40$ °C); $\sigma_4 = 55$ мН/м (при $t_4 = 60$ °C); $\sigma_5 = 53$ мН/м (при $t_5 = 80$ °C). Необходимо определить температурный коэффициент поверхностного натяжения воды.

Решение. Предположим, что температурный коэффициент поверхностного натяжения воды зависит от температуры по закону $\sigma = at + b$ и находим неизвестные коэффициенты описанным методом.

Для определения a и b обозначим $\sigma \rightarrow y, t \rightarrow x, n=1$. Введя исходные данные эксперимента, запустим программу на Mobile Basic, производим расчет и получаем результаты.

Рисунок 1. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры: точки – данные эксперимента; линия – результаты расчета

Результаты расчета, вид графика (рис. 1) и определенное значение χ^2 свидетельствуют о достоверности результатов.

Пример 2. Как известно, коэффициент диффузии элементов в кремнии зависит от температуры по закону

$$D = D_0 \exp(-E/kT)$$

где D_0 – предэкспоненциальный множитель, E – энергия активации. Различными авторами для E получены следующие значения для элементов I группы в зависимости от порядкового номера элемента (Z) в периодической системе:

Z	3 (Li)	11 (Na)	19 (K)	29 (Cu)	47 (Ag)	79 (Au)
E, эВ	0.78	0.72	0.75	0.86	1.15	1.6

Предполагая, что E зависит от Z по закону

$$E = aZ^2 + bZ + c,$$

необходимо определить неизвестные коэффициенты.

Решение. Применяв выше описанный метод, определим неизвестные коэффициенты: a , b , c .

Для определения a , b , c обозначим $E \rightarrow y$, $Z \rightarrow x$, $n=2$. Введя исходные данные эксперимента, запустим программу, производим расчет и получаем результаты.

Рисунок 2. Зависимость энергии активации атомов I группы от их порядкового номера в периодической системе: точки – данные эксперимента; линия – результаты расчета

Результаты расчета, вид графика (рис. 2) и определенное значение χ^2 свидетельствуют о достоверности результатов.

Пример 3. Различными авторами для E получены следующие значения для элементов III группы в зависимости от порядкового номера элемента (Z) в периодической системе.

Z	5 (B)	13 (Al)	21 (Sc)	31 (Ga)	49 (In)
E, эВ	0.78	0.72	0.75	0.86	1.15

Предполагая, что E зависит от Z по закону

$$E = aZ^3 + bZ^2 + cZ + d,$$

необходимо определить неизвестные коэффициенты.

Решение. Применяв выше описанный метод, определим неизвестные коэффициенты: a , b , c , d .

Для определения a , b , c , d обозначим $E \rightarrow y$, $Z \rightarrow x$, $n=3$. Введя исходные данные эксперимента, запустим программу, производим расчет и получаем результаты.

Рисунок 3. Зависимость энергии активации атомов III группы от их порядкового номера в периодической системе: точки – данные эксперимента; линия – результаты расчета

Результаты расчета, вид графика (рис. 3) и определенное значение χ^2 свидетельствуют о достоверности результатов.

Достоверность результатов свидетельствуют о том, что метод наименьших квадратов можно использовать для любых задач экспериментальной физики.

Важно отметить, что построив научные задачи по определению диффузионных параметров экспериментально изученных химических элементов и получив расчетные результаты, можно прогнозировать диффузионные параметры других (экспериментально неизученных) элементов.

Список литературы:

1. Бурсиан Е.В. Задачи по физике для компьютера, М.Просвещение, 1991 г.
2. Nosirov M.Z., Alieva J.R. "Universal calculator" for solving the physical problems, Materials of the I International scientific conference, Chicago, USA, 2013, p. 278-282.
3. Насиров М.З., Алиев Р.У. Применение информационных технологий в преподавании физики (монография), Ташкент, Фан, 2012, -176 с.
4. Насиров М.З., Алиев Р.У., Туланова Б., Базаров А. Изучение электрического поля на компьютере с использованием анимаций и численных методов//, Физика в школе, №1, 2011, с.40-43.
5. Зайнабидинов С., Насиров М.З., Алиева Ж.Р. О коэффициентах диффузии 3d элементов в кремнии // Узб. Физ. Жур., 2003, № 1, 69-71.
6. Зайнабидинов С., Йулчиев Ш., Назиров Д.Э., Насиров М.З. Диффузия атомов в кремнии, Ташкент, 2012, -170 с.
7. Насиров М.З., Юлдашева Н.М., Матбабаева С.Д. Моделирование физических процессов на основе Mobile Basic//Universum: Технические науки, № 11(80), 2020, с. 32-35.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**КОНЦЕПЦИИ И ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ****Горовик Александр Альфредович**

ст. преподаватель кафедры «Программный инжиниринг», Ферганский филиал
Ташкентского университета информационных технологий,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: sanya_89_29@mail.ru

Халилов Зийёдбек Шавкатович

ассистент,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: ziyodbekxalilow@mail.ru

CONCEPTS AND OBJECTIVES OF E-LEARNING SYSTEM DEVELOPMENT**Aleksandr Gorovik**

Senior teacher
of Tashkent University of Information Technologies,
Uzbekistan, Fergana

Ziyodbek Khalilov

Assistant teacher of «Information and information technologies» department,
Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana

АННОТАЦИЯ

Предлагаемая статья содержит описание концепций и задач систем электронного обучения, такие как первичное проектирование, разработка технического задания реализации системы, кодирование и заполнение информационными ресурсами системы электронного обучения.

ABSTRACT

The proposed article contains a description of the concepts and tasks of e-learning systems, such as primary design, development of technical specifications for the implementation of the system, coding and filling with information resources of the e-learning system.

Ключевые слова: Концепции, задачи, система электронного обучения, программирование, контент, проектирование.

Keywords: Concepts, tasks, e-learning system, programming, content, design.

Создание программного обеспечения для профессиональной подготовки обучающихся в популярном ныне формате E-learning – это не просто разработка программной площадки для электронного обучения, это создание эффективной среды для менеджмента процесса электронного обучения и приобретения знаний, получения информации с помощью информационно-телекоммуникационных технологий. Поэтому создание программ обучения имеет под собой основу генерации комплексной электронной обучающей среды с применением современных информационных технологий. Важнейшей вехой создания программ для обучения персонала,

учеников и студентов, слушателей курсов а также и тренингов - это разработка системы управления электронным обучением (LMS) [4 стр. 3].

ТОП основных причин создания программ электронного обучения

1. Происходит оптимизация процесса хранения и шеринга учебных материалов. Создается совместный эффективный доступ к обучающим материалам.

2. Создаётся комфортная среда для менеджмента обучения персонала, и работников определенной отрасли экономики и их аттестации.

3. Создание программы профессионального обучения – это путь, который дает возможность приобрести комплексный учебный продукт, который не просто дает питание, но и наполняет энергией деловую сферу, и выводит ее на фактический новый и высококачественный уровень.

Системы электронного обучения (СЭО, англ LMS — Learning Management Software) — программное обеспечение, которое позволяет проектировать учебные курсы, систему тестирования и управления полным учебным процессом.

Мы в своей практике решали задачи, связанные с нижеперечисленными направлениями СЭО: корпоративное и деловое обучение, онлайн-системы преподавания иностранных языкам, преподавание

программирования для детей, обучение учеников школы и учебных центров и ряд других сфер [3 стр. 103].

Разработка e-learning платформы для преподавания онлайн

Современная e-learning платформа для преподавания должна соответствовать определенному количеству потребностей учеников и учителей а также организаторов учебного процесса в школах. В некоторой зависимости от сферы обучения (будь то общеобразовательные школы или корпоративное обучение и т.п.) электронной обучающей платформе требуются различные функциональные свойства, поскольку профили и технические требования пользователей системы также сильно разнятся.

Рисунок 1. Схема взаимосвязей системы электронного обучения

Требования со стороны обучающихся:

- Постоянный и бесперебойный доступ к системе с любого технического устройства;
- мобильные приложения и программное обеспечение для преподавания (отдельный современный тренд это обучение с помощью мобильных устройств, m-Learning);
- мультимедийные форматы данных, геймификация (особенно подходит при обучении детей и подростков);
- интерфейс, который позволяет общаться с учителем а также техническая способность оперативно связаться и обсуждать интересующий обучающегося вопрос;
- удобные и интуитивно понятные внешние виды и доступ к курсам, урокам и тестам;
- логичная и интуитивно понятная система оценивания, возможность видеть прогресс своего обучения;
- оперативно находить, какой урок нужно выучить сейчас.

Требования со стороны учителя:

- удобные инструменты для создания курсов и тестов;
- интерфейсы для общения с отдельными учениками и группами учеников;

- доступ к листингу предметов, которые учитель преподает;

- возможность контролировать присылаемые от учеников материалы, выставлять им оценки.

Требования со стороны школы:

- возможность создавать учетные записи учителей и других сотрудников;
- возможность создавать учетные записи ученика (а для школ также и родителей);
- доступ к информации о сотрудниках и учениках;
- доступ к оценкам и статистике по каждому классу;
- доступ к статистике по оплате курса обучения [1 стр. 85].

Разработка онлайн-платформы для обучения

На сегодняшний день создано большое количество онлайн-платформ для обучения. Все эти платформы делятся на следующие группы:

- open source LMS (например, Moodle). Клиент сам может настроить их до определенного уровня. Потом потребуется помощь программиста;
- LMS как плагины к CMS (например, WP LMS). Они предоставляют простые базовые возможности СЭО и не выдерживают высокой нагрузки на сервер

- облачные LMS (среди них существует также и TalentLMS). Они прекрасно подходят для того, чтобы быстро и без больших затрат настроить онлайн-обучение, но они могут быть очень дорогими и рассчитанными на масштабы в нескольких сотен или даже тысяч учеников;

- enterprise LMS. Разработаны для корпоративного обучения, преимущественно интегрированы в системы оценки персонала. Чаще всего эти платформы непомерно дорогие;

- специальные СЭО для ВУЗов. Таких на самом деле не очень то и много, но всех их объединяет высокая цена. [2 стр. 98]

При этом отдельные ниши которые чаще всего узкоспециализированные обычно требуют создания СЭО под какую-то конкретную задачу. У нас в личном опыте есть разработки платформ онлайн-обучения в разных нишах, но чаще для обучения программирования детей младший и средних классов.

Список литературы:

1. Белова Г.В. Программирование в среде ЛОГО. Первые шаги. - М.: Солон, 2007.
2. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений - М.: Вильямс, 2008.
3. Вордерман К., Вудкок Д., Макаманус Ш. Программирование для детей. Иллюстрированное руководство по языкам Scratch и Python, - М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2019 г.
4. Юмагузин В.В. Почему будущее за онлайн-обучением? Научная статья по специальности «Науки об образовании»: Журнал «Россия: тенденции и перспективы развития», 2018.

ОБ ОБОБЩЁННЫХ ОПЕРАЦИЯХ МНОЖЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Гуламов Мухаммад Исакович

канд. физ.-мат. наук, д-р биол. наук, профессор
 Бухарского государственного медицинского института имени Абу Али Ибн Сино,
 Республика Узбекистан, г. Бухара
 E-mail: gmi56@mail.ru

ON GENERALIZED OPERATIONS PLURALITY OF INFORMATION MODELS

Muhamad Gulamov

Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Doctor of Biological Sciences, professor
 of Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali Ibn Sino,
 Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена теоретическому исследованию действия операций сочетания, дифференциации и перекomпоновки над элементами множества информационных моделей (МИМ), которые являются основными механизмами работы любых естественных и искусственных интеллектов. Анализ действия операций сочетания, дифференциации и перекomпоновки над элементами множества информационных моделей и соответствующих им примеров показывают, что: 1) МИМ по отношению к выполнению операций сочетания, дифференциации и перекomпоновки является открытым множеством; 2) основа любого когнитивного процесса (выявления или создания новых информационных моделей) – это действие операций сочетания, дифференциации и перекomпоновки, или комбинация этих операций над соответствующими элементами МИМ; 3) операции сочетания, дифференциации и перекomпоновки являются ядром работы любых видов алгоритмов естественного и искусственного интеллекта.

ABSTRACT

The article is devoted to the theoretical study of the combination operations, differentiation and recombination on elements of a multitude of information models (MIM), which are the main mechanisms of any natural and artificial intelligence. The analysis of combination operations, differentiation and recombination on the elements of the multitude of information models and their corresponding examples show that: MIM is an open set in relation to the implementation of combination, differentiation and recombination; 2) the basis of any cognitive process (identification or creation of new information models) is the action of combination, differentiation and recombination, or the combination of these operations on the corresponding elements of MIM; 3) combination, differentiation and recombination are the core of any kind of algorithms of natural and artificial intelligence.

Ключевые слова: обобщенные операции, множества информационных моделей, информационная модель, сочетание, дифференциация, перекomпоновка.

Keywords: Generalized operations, plurality of information models, information model, combination, differentiation, rearrangement.

Данная статья является продолжением наших предыдущих работ и посвящена качественному исследованию природы выполнения обобщенных операций над элементами множества всевозможных информационных моделей, мысленно допустимых по разнообразию объектов идеальной и физической природы DIMIFN (All possible mentally permissible diversities of information models of objects of the ideal and physical nature) [3,4,5]. Для удобства в дальнейшем множество DIMIFN будем называть просто множеством информационных моделей (МИМ).

Природа терминов «информация», «информационная модель» и частично «множество информационных моделей» было проанализировано в предыдущих наших работах [4,5]. В настоящей работе будут

формально описано выполнение обобщенных операций над элементами МИМ по мере возможности с приведением соответствующих примеров. Если множество информационных моделей представим [5]:

$$\text{DIMIFN} = \text{MIM} = \{ \dots, IM_i, IM_{i+1}, \dots, IM_k, \dots \}, \quad (1)$$

то каждый элемент этого множества представляет некую информационную модель (ИМ). В свою очередь, каждая ИМ состоит из некоторого количества информационных компонентов (ИК). Отсюда следует, что каждый элемент МИМ есть некое подмножество, состоящее из соответствующих информационных компонентов, то есть:

$$IM_i = \{ IK_1^i, IK_2^i, \dots, IK_n^i \}.$$

В зависимости от уровня сложности описываемого явления число IK_n^i в каждой IM_i может быть разным.

Рассмотрим обобщённые операции: сочетания, дифференциации и перекомпоновки над элементами МИМ. Обобщённость операции сочетания, дифференциации и перекомпоновки заключается в том, что их можно представить в виде любых математических операций или их комбинации с учётом соблюдения принципа логико-конструктивного и логико-информационного соответствия. Смысл терминов, рассматриваемых нами операций в данной работе, понимается следующим образом:

Сочетание – это собрание частей вместе, одно наряду с другими в каком-нибудь единстве, согласованности.

Дифференцировать – значит расчлениить, различить отдельное от частного при рассмотрении целостности.

Перекомпоновка – из множества частей составление целого по-новому, относительно первоначального вида.

Сочетание соответствующих элементов МИМ порождает определённый вид информационной модели. Дифференциация соответствующих элементов множества МИМ порождает ограниченное количество информационных компонентов. Перекомпоновывая результаты операции дифференциации, возможно получить ограниченное количество информационных моделей. Эти три операции и лежат в основе любых исследований, познания, анализа и синтеза в процессе изучения окружающей среды. Степень отражения выявленных нами имитационных моделей, воображаемых действительности, зависит от успешного применения операции сочетания, дифференциации и перекомпоновки. Поучительным примером является герой рассказов Артура Конана Дойла (1986) [1], а именно – действия Шерлока Холмса, где он, сочетая, дифференцируя, перекомпоновывая собранную информацию, умеет создать целостность совершившегося события (новой информационной модели).

I. Сочетания: действия этой операции заключается в том, что, сочетая определенное количество элементов МИМ в логико-конструктивном и логико-информационном соответствии, выявляется $IM_r \in MIM$. Результат может быть нам ранее известным или же новым для нас IM .

Свойство операции сочетания в (1):

1. $\exists IM_{i+r}, IM_{k+l} \in MIM: IM_{i+r} * IM_{k+l} \neq \emptyset$, информационные модели IM_{i+r}, IM_{k+l} сочетаются в логико-конструктивном сочетании.

2. $\exists IM_{j+r}, IM_{h+l} \in MIM: IM_{j+r} * IM_{h+l} = \emptyset$, информационные модели IM_{j+r}, IM_{h+l} не сочетаются в логико-конструктивном сочетании.

3. $\exists IM_i, IM_{i+r}, IM_l \in MIM: (IM_i * IM_{i+r}) * IM_l = IM_i * (IM_{i+r} * IM_l) = IM_n \in MIM$, сочетание ассоциативно.

4. $\exists IM_l, IM_{l+r}, IM_k \in MIM: (IM_l * IM_{l+r}) * IM_k \neq IM_l * (IM_{l+r} * IM_k)$, сочетание не ассоциативно.

5. $\exists IM_i, IM_{i+r} \in MIM: IM_i * IM_{i+r} = IM_{i+r} * IM_i = IM_j \in MIM$, сочетание коммутативно.

6. $\exists IM_t, IM_{t+r} \in MIM: IM_t * IM_{t+r} \neq IM_{t+r} * IM_t$, сочетание не коммутативно.

Примеры операции сочетания. Информационные модели могут сочетаться или не сочетаться в зависимости от принципа логико-конструктивного и логико-информационного их соответствия. К сочетаемым и несочетаемым IM более наглядный примеры можно привести из области математики, физики, химии и биологии. IM функции вида $x^2 + 1 = 0$ и второй закон Ньютона ($F = ma$) не сочетается, потому что эти две IM не находятся в логико-конструктивном и логико-информационном соответствии. Закон Гука kx (отражающий действия упругих сил на металлический шарик), второй ($F = ma$) и третий законы ($F = -F$) Ньютона – это сочетаемые IM . Результатом такого сочетания является IM вида $m\ddot{x} = -kx$ – математическая модель упругих колебаний металлического шарика. IM , характеризующая сочетания химических элементов: натрий – ${}^{23}_{11}Na$ $)_2)_8$ $1S^2, 2S^2, 2p^6, 3S^1$ и хлор – ${}^{35}_{17}Cl$ $)_2)_7$ $1S^2, 2S^2, 2p^6, 3S^2, 3p^5$ сочетается, притом сочетание это коммутативно. Результатом такого сочетания – $NaCl$. Гелий – 4_2He $)_2$ $1S^2$ и неон – ${}^{20}_{10}Ne$ $)_2)_8$ $1S^2, 2S^2, 2p^6$, не сочетаемые по принципу логико-конструктивного и логико-информационного соответствия. На языке химии это объясняется как укомплектованность внешних электронных оболочек элементов гелия и неона. Можно привести много примеров из области биологии, экологии к вышеизложенным свойствам операции сочетания, но приведённые примеры достаточно убедительно отражают мысль.

II. Дифференциация: действия этой операции заключается в том, что большинство элементов МИМ можно расчлениить на ограниченное количество информационных компонентов (IK_n). Существуют такие элементы МИМ, которые не поддаются операции дифференциации, так как они не делятся на информационные компоненты, то есть они считаются единой целой IM . Фундаментальные мировые constant (физические, математические: скорость света, постоянная Планка, Больцмана, ..., π , ...) как раз относятся к недифференцируемым элементам МИМ. Недифференцируемые элементы МИМ по своей природе более сочетаемые с другими элементами МИМ, тем самым они участвуют в выявлении новых информационных моделей, ранее не известные нам.

Свойство операции дифференциации в (1):

1. $\exists IM_i \in MIM: IM_i = \{IK_1, IK_2, \dots, IK_n\}$, IM_i – дифференцируемый

2. $\exists IM_k \in MIM: IM_k \neq \{IK_1, IK_2, \dots, IK_m\}$, IM_k – недифференцируемый, то есть состоит из единственного информационного компонента – это IM_k .

Примеры операции дифференцируемости. Дифференциация химических структур элементов таблицы Менделеева на электроны, протоны и нейтроны; дифференциация экосистемы на экологические компоненты; дифференциация ДНК и РНК на последовательность нуклеиновых кислот и т.п.

III. Перекомпоновка. Действие операции перекомпоновки заключается в том, что результат операции дифференциации $IM_i = \{IK_1, IK_2, \dots, IK_n\}$ возможно перекомпоновать таким образом, что она может порождать другие IM , отличную от первоначального вида IM_i . Возможны различные перекомпоновки и различные информационные модели.

Свойства операции перекомпоновки (1):

Пусть $\{IK_1, IK_2, \dots, IK_n\}$ – множество информационных компонентов. Различные перекомпоновки данного множества информационных компонентов могут выдать разнообразные информационные модели. В результате возможно получить прежние или новые, ранее не известные IM . Возможны и такие варианты, что данная дифференциация $\{IK_1, IK_2, \dots, IK_n\}$, не перекомпонуется по-другому, кроме как первоначальный вид.

Примеры операции перекомпоновки: Пусть нам даны информационные компоненты: S – расстояние, t – время прохождения данного расстояния S и v – скорость прохождения данного расстояния. Различные логико-конструктивные и логико-информационные соответствия этих информационных компонентов (S, t, v) дают нам различные информационные модели: $S = v \cdot t$; $t = S/v$ и $v = S/t$. Таким образом, мы получили различные IM расстояния, время и скорости. Всевозможные последовательности нуклеиновых кислот могут порождать различные ДНК и РНК. Здесь всевозможные последовательности соответствуют многообразным сочетаниям.

Эти операции являются основой обобщённого алгоритма познания, исследования, анализа и синтеза изучения окружающей среды и искусственного интеллекта.

Действие рассматриваемых нами операций сочетания, дифференциации и перекомпоновки на МИМ не ограничено, их можно применять столько, сколько это необходимо. В основе оптимального выполнения вышеизложенных операций должен лежать принцип логико-конструктивного и логико-информационного соответствия, то есть пространственно-временное соответствие воображаемой реальности. Вышеизложенные операции являются тем механизмом, который порождает всевозможные информационные модели.

Список литературы:

1. Артур Конан Дойл. Красным по белому. Ташкент. Укитувчи. 1986. 464с.
2. Гуламов М.И., Палиев В.А., Ходырев А.А., Раскатов В.А. Моделирование взаимодействия экологических факторов. Издательство ТГСХА. Москва-Тверь. 2003. 192 с.
3. Гуламов М.И. О природе обновления разнообразия //Universum: Химия и биология: электрон. науч. журн. 2017. № 10(40). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/5125>
4. Гуламов М.И. О природе «материализации» информационных моделей //Universum: Технические наук: электрон. науч. журн. 2018. № 4(49). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/5797>
5. Гуламов М.И. О множестве информационных моделей //Universum: Технические наук: электрон. науч. журн. 2020. № 5(74). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/9341>

Операции сочетания, дифференциации и перекомпоновки являются основой любых познавательных, научно-исследовательских и игровых процессов, другими словами, основанием любых интеллектуальных процессов. В этих процессах очередность выполнения названных операций не имеет значения. Последовательность выполнения зависит от природы изучаемой проблемы соответствующего момента времени и местности.

Объектом исследования и изучения человеческого интеллекта являются информационные модели окружающего мира. Процесс исследования и изучения человечеством окружающего его мира не ограничен ни в прошлом, ни в настоящем, ни в будущем. Следовательно, мощность МИМ потенциально бесконечно.

Вышеизложенные обобщённые операции над элементами МИМ не налагают на МИМ никаких ограничений, наоборот, обеспечивают ему бесконечное разнообразие мощности континуума. Одним словом, множество МИМ – это универсальное множество всех информационных моделей.

Заключение

1. Любая информационная модель - это результат применения операций сочетания, дифференциации и перекомпоновки. Очередность выполнений названных операций не играет роли. Главное - это соблюдение принципа логико-конструктивного и логико-информационного соответствия.

2. Механизмом любого когнитивного процесса являются операции сочетания, дифференциации и перекомпоновки.

3. МИМ по отношению к операции сочетания, дифференциации, перекомпоновки является открытым множеством.

4. Недифференцируемые элементы МИМ можно принимать как IM в виде информационного компонента.

5. Реализация вариантов равновозможных сочетаний и перекомпоновки диктуется диссипативным, бифуркационным, аттракторным, синергетическим и другими нелинейными состояниями структуры пространственно-временных конструкций.

ПРОБЛЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМАНД РАЗРАБОТЧИКОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПЕРИОД МАССОВОГО ПЕРЕХОДА НА УДАЛЕННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ

Савельев Максим Александрович

специалист,

Московский физико-технический институт (государственный университет),

менеджер продукта, Donnelley Financial Solutions,

США, ш. Пенсильвания, г. Филадельфия

E-mail: saveliev.maksim@gmail.com

PROBLEM OF MAINTAINING THE EFFICIENCY OF INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT TEAMS DURING THE PERIOD OF MASS TRANSITION TO A REMOTE ENVIRONMENT

Maxim Savelyev

Product Manager, Donnelley Financial Solutions

USA, Pennsylvania, Philadelphia

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается проблема поддержания эффективности команд разработчиков программного обеспечения, которые столкнулись с вынужденной необходимостью перехода на удаленный режим работы на фоне глобальной эпидемии коронавируса в 2020 г. Проанализированы факторы, которые потенциально могут оказать влияние на эффективность при трансформации команды в дистанционный режим работы, а также предложен список рекомендаций для руководителей команд по минимизации негативного влияния этих факторов.

ABSTRACT

The article discusses the problem of maintaining the effectiveness of software development teams that are forced to switch to a remote operation due to the global coronavirus pandemic in 2020. The author analyzes the factors that potentially can affect the efficiency of teams during the transformation to a remote one. The list of recommendations for team leaders on how to minimize the negative impact of these factors is proposed.

Ключевые слова: эффективность, КПЭ, эмоциональное выгорание, вовлеченность, удаленная работа, разработка программного обеспечения, управление командой.

Keywords: efficiency, KPI, mental burnout, engagement, remote work, software development, team management.

Вызов для корпоративной среды ИТ-разработчиков в 2020 и 2021 гг. – вынужденный переход сотрудников на удаленную работу. Twitter, Microsoft, Slack и прочие крупнейшие ИТ-компании уже анонсировали, что готовы навсегда разрешить сотрудникам работать удаленно. Facebook видит перевод большей части своих сотрудников в онлайн как часть стратегии до 2030 г. Менее крупным игрокам также

приходится считаться с требованиями официальных органов по всему миру и переводить своих сотрудников на дистанционную форму работы.

В зависимости от усиления или ослабления эпидемиологической ситуации компаниям приходится в оперативном режиме перестраивать свои привычные бизнес-процессы и закрывать свои офисы.

Рисунок 1. Количество сотрудников, работающих как минимум один день в неделю вне офиса, согласно опросу руководителей американских компаний [3]

Концепция удаленной работы не нова и широко используется, особенно в ИТ-сфере. Однако бизнес-процессы функционирования распределенных команд значительно отличаются от традиционных и зачастую закладываются изначально при их создании. Для тех сотрудников, кто исторически привык работать в офисной среде, внезапный переход в дистанционную является серьезным испытанием и может оказывать влияние на эффективность работы, моральное состояние и мотивацию.

Среди ключевых факторов, оказывающих влияние на эффективность команд при подобных трансформационных процессах, можно выделить следующие:

- возможность контроля рабочего времени;
- контроль уровня вовлеченности;
- поддержание качества коммуникации;
- эмоциональное выгорание и стресс.

Рассмотрим каждый из этих факторов подробнее и приведем рекомендации по минимизации потенциальных негативных эффектов.

Фактор, который напрямую влияет на объем выполненных задач, – это количество рабочего времени сотрудников, затраченного на выполнение задач. В условиях, когда у руководителя нет возможности физически контролировать присутствие сотрудников на рабочем месте, актуальность рабочего времени как индикатора эффективности ставится под вопрос.

На рынке представлено множество программных решений, позволяющих проводить мониторинг активности сотрудников в течение дня: контроль списка запущенных программ, запись рабочего стола и прочие. Однако при практическом применении не приходится говорить о том, что такого рода приложения являются эффективными. Администрирование и анализ данных требуют значительных ресурсов от руководителя, что на практике мало реализуемо. Кроме того, приложения фиксируют только формальный набор действий пользователей, что не позволяет делать мотивированные решения, основываясь только на автоматически генерируемых резюме.

Подходом, который показывает свою эффективность, является установление четких задач, ключевых показателей эффективности (КПЭ) [1] и метрик для каждого сотрудника на день, неделю или другой промежуток времени. Переход от учета затраченного времени как показателя процесса сотрудника к количеству выполненных задач снимает с руководителя необходимость администрирования рабочего времени сотрудников. В то же время это повышает требования к руководителю по планированию и приоритизации задач, однако такие методологии, как *scrum*, включают сессии совместного обсуждения и согласования задач, что делает процесс более прозрачным для команды.

Рассмотрим следующий фактор, который влияет на эффективность работы команд разработчиков программного обеспечения. Снижение уровня вовлеченности сотрудников часто сопровождает любые изменения, происходящие в компаниях, тем более такие значительные, как массовый перевод персонала на удаленную работу.

Уровень вовлеченности для любой команды – офлайн или онлайн – ключевой показатель ее эффективности. И в случае, когда сотрудники работают из дома и не имеют возможности общаться лично, ее значимость сильно возрастает.

С точки зрения психологии людям важно, чтобы то, что они делают, имело смысл и приносило пользу окружающим. Вовлеченность играет роль осознанности и понимания необходимости конкретных задач, того, как они влияют на продукт и компанию в целом.

В этих условиях менеджеру по продукту или руководителю коллектива важно еще более подробно, чем раньше, доносить до команды стратегию, реализацию дорожной карты, отзывы клиентов на новые функции продукта, коммуницировать новости и решения, которые приходят от руководства. Это касается и процесса принятия решений. Команда должна видеть, почему принимаются те или иные решения, и иметь возможность влиять на них.

Классическим подходом по мониторингу уровня вовлеченности является запуск регулярных опросов.

Особое внимание следует уделить пульс-опросам, запускаемым для получения обратной связи по определенным решениям и событиям. Другим эффективным механизмом является уделение большего внимания ретроспективам по итогам спринтов. Это время может быть использовано для неформального общения с командой и обсуждения накопившихся вопросов.

Другим фактором, влияющим на эффективность работы, является качество коммуникаций внутри бизнес-подразделения и компании. В условиях, когда сотрудники работают удаленно, возможности проведения личных встреч и собраний ограничены или практически невозможны. Современные технические средства, такие как корпоративные чаты, аудио- и видеоконференции, позволяют в большей мере заменить живое общение, однако требуют от участников навыков по их эффективному использованию. Проведение тренингов по виртуальной коммуникации может быть хорошим способом помочь персоналу быстрее освоиться и сделать переход на виртуальное общение менее болезненным.

Несмотря на обилие технических средств, для команд, которые привыкли к живому общению, бывает сложно оперативно перестроиться на использование онлайн-сервисов, в связи с чем зачастую возникают сложности с формулированием и восприятием информации. В условиях живого общения многие вопросы решаются быстрее и менее формально. Недостаток коммуникации, прозрачности задач и ожидаемого результата приводит к увеличению времени, необходимого на ее решение, и, как следствие, стрессу и общему чувству неопределенности требований.

Решение, которое может значительно повысить эффективность команды, – уделять со стороны руководителя больше внимания процессу постановки задач и их связи с видением стратегии продукта. В условиях ограниченных возможностей для общения задача должна ставиться так, чтобы человек мог легко понять, что ему нужно делать самостоятельно, с минимумом дополнительных пояснений и комментариев.

Рассмотрим последний из ключевых факторов – эмоциональное выгорание сотрудников. Исследования,

проведенные в 2020 г., показывают неутешительную картину: смена условий работы негативно сказывается на эмоциональном состоянии. Согласно исследованию FlexJobs и организации Mental Health America (МНА) [4], 40 % опрошенных респондентов испытали эмоциональное выгорание во время пандемии и 42 % из числа работающих испытывают высокий уровень стресса. По данным The Office Group [5], ключевые причины, которые способствуют выгоранию сотрудников, которые перешли на удаленную работу, – это возросший рабочий день (59 %), сложности с разделением работы и личной жизни (42 %), а также неопределенность на рынке труда (33 %).

В этих условиях особенно повышаются требования к продуктовым и проектным менеджерам, руководителям команд разработки. Для сохранения и поддержания эффективной атмосферы им необходимо уделять больше внимания эмоциональному состоянию членов команды – стать для них эмоциональными лидерами, которые поддерживают продуктивную атмосферу. Согласно недавним исследованиям [2], справиться со стрессом при работе из дома помогает четкое разделение рабочего и личного времени, поддержание регулярного социального контакта с коллегами, применение дыхательных практик. Также распространенной практикой в компаниях является предоставление внутрикорпоративных услуг психологической помощи, организации различных курсов и вебинаров по снижению стресса.

Резюмируя приведенные выше факторы и рекомендации по минимизации их негативного влияния, стоит упомянуть, что тенденция перевода сотрудников на удаленную работу сохранится и в 2021 г., что повышает актуальность их для широкого спектра компаний разработчиков ПО. Согласно исследованию McKinsey [6], 89 % респондентов считают, что текущая ситуация частично или в полной мере станет постоянной нормой. Тенденция перехода в онлайн все большего количества аспектов нашей жизни только ускорится из-за глобальной пандемии, что делает нашу способность к адаптации ключевой для эффективного встраивания в новые реалии.

Список литературы:

1. Полякова Т.В. Система ключевых показателей эффективности как инструмент управления // КНЖ. – 2018. – № 1 (22) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-klyuchevykh-pokazateley-effektivnosti-kak-instrument-upravleniya> (дата обращения: 08.01.2021).
2. Hamouche S. COVID-19 and employees' mental health: stressors, moderators and agenda for organizational actions // Emerald Open Res 2020 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.35241/emeraldopenres.13550.1> (дата обращения: 25.12.2020).
3. PwC's US Remote Work Survey / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pwc.com/us/en/library/covid-19/us-remote-work-survey.html> (дата обращения: 25.12.2020).
4. Reynolds B.W. FlexJobs, Mental Health America Survey: Mental Health in the Workplace / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.flexjobs.com/blog/post/flexjobs-mha-mental-health-workplace-pandemic/> (дата обращения: 25.12.2020).
5. The importance of wellbeing in the workplace / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.theofficegroup.com/uk/importance-wellbeing-workplace/> (дата обращения: 25.12.2020).
6. These eight charts show how COVID-19 has changed B2B sales forever / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/business-functions/marketing-and-sales/our-insights/these-eight-charts-show-how-covid-19-has-changed-b2b-sales-forever> (дата обращения: 25.12.2020).

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-1.24-26

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ CO₂-ЭКСТРАКЦИЕЙ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

*Файзиев Шавкат Исматович**доц., Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: shavkatfayz@gmail.com*

FORMALIZATION OF THE PROCESS OF CONTROL CO₂ - EXTRACTION OF VEGETABLE RAW MATERIALS

*Shavkat Fayziev**Associate Professor,
Bukhara engineering and technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara*

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрены вопросы формализации технологического процесса растительного сырья сжиженным углекислым газом как объект управления. Разработана концептуальная модель объекта управления (ОУ) производством экстракции растительного сырья. Предложена двухуровневая схема системы управления процессом экстракции, позволяющая производить оценку текущего состояния технологического процесса на основе первичных данных.

ABSTRACT

This paper discusses the issues of formalizing the technological process of plant raw materials with liquefied carbon dioxide as a control object. Developed a conceptual model of control object of production extraction the plant raw material. Proposed a two-level scheme of the control system of the process extraction, which makes it possible to assess the current state of the technological process based on primary data.

Ключевые слова: концептуальная модель, экстракция, CO₂-экстракт, экстрагент, управление, схема, двухуровневая система управления, статическо-математическая модель.

Keywords: conceptual model, extraction, CO₂-extract, extractant, control, scheme, two-level control system, statistical and mathematical model.

В мире особое внимание уделяется повышению эффективности производства и мощности технологических агрегатов динамических объектов за счет сокращения энерго- и ресурсозатрат и применения современных технологий при создании высокопроизводительных и экономически эффективных систем управления. При этом одним из основных направлений технологического развития является повышение производительности, улучшение качества продукции, снижение затрат, улучшение условий труда и защиты окружающей среды с применением современных методов и технологий управления производством. В этом направлении определенные успехи достигнуты в ведущих странах мира, таких как США, Германия, Испания, Китай, Россия, Индия, Украина и др., где активно разрабатываются методы рационального использования веществ в сверхкритическом состоянии, в замкнутых технологических системах и других технологиях.

В последнее десятилетие в развитых странах мира активно разрабатывается проблема рационального использования веществ в сверхкритическом состоянии в замкнутых технологических циклах и других высоких технологиях.

В работе для решения поставленной проблемы рассматривается использование в качестве растворителя сжиженного углекислого газа. Это обусловлено тем, что процесс является высокорентабельным и более технологичным, что позволяет производить переработку не только высококачественного сырья, но и отходов производства при экстрагировании основных компонентов из растительного сырья, придающем более высокое качество целевому продукту.

Экстракция углекислым газом в сжиженном состоянии существенно расширяет спектр выделяемых биологически активных соединений и позволяет получать биологически активные вещества в конечном продукте.

Другим преимуществом экстракции растительного сырья углекислым газом является то, что после экстракции легко отделяются труднолетучие компоненты, а также экстрагент при снижении температуры и/или давления.

На эффективность процесса экстракции растительного сырья сжиженным углекислым газом решающее влияние имеют такие параметры, как вязкость, температура и давление экстрагента, пористость и порозность сырья, размер частиц (измельчение) экстрагируемого материала, поверхность раздела фаз и другие.

На основе анализа процесса экстракции растительного сырья как объекта управления выделены основные факторы, существенно влияющие на рассматриваемый процесс, которые отражены в виде концептуальной модели, являющейся основой создания эффективной системы управления процессом.

Построение концептуальной модели процесса экстракции имеет ряд особенностей, связанных, прежде всего, с большим количеством рассматриваемых параметров, сложностью описания взаимосвязей между ними и недостаточностью знаний о процессе.

Вид и форма математической модели определяются задачами исследования и природой исследуемого объекта.

Следуя методу анализа иерархий, первоначально выделяются группы факторов, объединенные по какому-либо признаку. Затем выделяются наиболее существенные факторы в каждой группе. На основании оценки значимости и влияния групп и отдельных факторов выбираются наиболее существенные факторы, которые и будут в дальнейшем являться входами и выходами математической модели.

В результате исследования процесса экстракции растительного сырья сжиженным углекислым газом нами разработана структурная и параметрическая схемы концептуальной модели процесса (рис. 1).

Рисунок 1. Концептуальная модель ОУ производства экстракции растительного сырья

Анализ технологического объекта управления позволил выделить входные и выходные переменные:

$$Y_i \in \{C_{\text{кон}}, C_a\}$$

$$X_i \in \{BT, \tau, \rho, P, T, Q_1, Q_2, S\}$$

$$Z_i \in \{TS, CL, CR, PR, v, \eta, ST, R_c, \beta, d, D_{\text{св}}, D_{\text{вн}}, \psi, KW, K, C_{\text{нас}}\}$$

На основании системного анализа процесса экстракции определены следующие переменные:

1) управляемые переменные: $C_{\text{кон}}$ – концентрация готового экстракта; C_a – концентрация CO_2 ;

2) управляющие переменные: BT – расход теплоагента в процессе экстракции; τ – длительность процесса экстракции; P – давления экстрагента; T – температура экстрагента; Q_1 – масса сырья; Q_2 – масса экстрагента; S – площадь диффундирующей частицы;

3) возмущающее воздействие: TS – вкус исходного сырья; CL – цвет исходного сырья; CR – измельченность сырья; PR – пористость сырья; v – скорость относительного перемещения фаз; η – вязкость экстрагента; R_c – средний радиус частицы сырья; β – коэффициент конвективной диффузии; d – толщина диффузионного слоя; $D_{\text{св}}$ – коэффициент свободной диффузии; $D_{\text{вн}}$ – коэффициент внутренней диффузии; ψ – плотность распределения целевого компонента; KW – коэффициент вымывания; K – коэффициент массопередачи; $C_{\text{нас}}$ – концентрация насыщения экстрагента целевым компонентом.

Существенным моментом является определение границ системы по отношению к внешней среде. Может оказаться, что в качестве управляющих воздействий будут использоваться факторы, являющиеся по сути промежуточными. Например, для большинства технологических процессов пищевой промышленности существенным управляющим воздействием является температура процесса, для химической промышленности весьма характерно использование в качестве управляющего воздействия давления в аппарате. Для рассматриваемого объекта в качестве управляющего воздействия температуры или давления является оправданным, так как упрощает математическую модель, выделяя ее суть, а также повышает универсальность математической модели, позволяя моделировать процесс в разных аппаратных исполнениях.

На основании полученной параметрической схемы на втором этапе производится анализ и представление внутренней структуры системы.

Эта задача решается разработкой двухуровневой системы управления, позволяющей на основе первичных данных производить оценку текущего состояния технологического процесса и формировать управление процессом в соответствии с поставленной целью (рис. 2).

Рисунок 2. Схема взаимосвязи задач системы управления

Такая система может быть реализована на основе математической модели процесса экстракции, адекватно представляющей реальный процесс. При этом на верхнем уровне решаются задачи определения оптимального режима работы агрегата на основе

статистическо-математической модели процесса (статистический режим), а на нижнем уровне решаются задачи стабилизации технологических параметров, позволяющие поддержать заданный режим работы.

Список литературы:

1. Водяник А.Р., Шадрин А.Ю., Синев М.Ю. Сверхкритическая флюидная экстракция природного сырья: мировой опыт и ситуация в России // Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика. – 2008. – Т. 3. – № 2. – С. 58–69.
2. Касьянов Г.А. Теория газожидкостных технологий / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://krkgi.ru/glav/co2tech/extraction.htm>.
3. Файзиев Ш.И., Абидов К.З., Гафуров К.Х. Экспериментальное исследование технологического процесса CO₂-экстракции ингредиентов из растительного сырья // Universum: технические науки: научный журнал. – М., 2020. – № 8 (77). – Ч. 1. – С. 44–47.
4. Automatic control system for the concentration of ingredients from vegetable raw materials using liquefied CO₂ / I.X. Siddikov, Sh.I. Fayziev, K.Kh. Gafurov, U.M. Ibragimov // International Journal of Advanced Science and Technology. – 2020. – Vol. 29. – № 11s. – P. 32–37.
5. Gafurov K.Kh., Ibragimov U.M., Fayziev Sh.I. Statistical-mathematical model of the process of extraction of pumpkin seeds by CO₂-extraction // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. Austria. – 2017. – № 1–2. – P. 59–63.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОСЕИВАНИЯ ЧАСТИЦ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА ОТ СКОРОСТИ ИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Абдуллаев Зокиржон Джураевич

*преподаватель Ферганского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: msha1969@mail.ru*

DEPENDENCE OF THE INTENSITY OF SIFTING OF PARTICLES OF BULK MATERIAL ON THE SPEED OF THEIR MOVEMENT AND GEOMETRIC PARAMETERS

Zokirjon Abdullaev

*Teacher,
Ferghana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Ferghana*

АННОТАЦИЯ

В статье приводится осуществление процесса сепарации сыпучих материалов, основными показателями является интенсивность просеивания. Интенсивность показывает количество материала, прошедших через единицу поверхности в единицу времени.

ABSTRACT

The article presents the implementation of the separator process of bulk materials, the main indicator is the intensity of sifting. Intensity shows the amount of material passing through a surface unit in a unit of time.

Ключевые слова: угла наклона, интенсивность, отверстия, сепарирующей поверхности.

Keywords: tilt angle, intensity, hole, separating surface.

Для многих используемых на практике рабочих органов, осуществляющих процесс сепарации сыпучих материалов, одним из основных показателей является интенсивность просеивания. Она показывает количество материала, прошедшего через единицу поверхности в единицу времени:

$$p = \frac{m}{S \cdot t} \quad (1)$$

Интенсивность просеивания зависит от многих факторов. В данной работе зависимость интенсивности просеивания частиц рассматривается для идеальных условий: когда частицы представляют собой шарики одинакового радиуса r и движутся со скоростью V к прямоугольным отверстиям (длиной l , шириной $2r$, высотой стенок, высотой стенок Δ) по прямой, проходящей через середину отверстия, т.е. частицы, встречая отверстия, свободно могут пройти через них, если это позволяет скорость. При этих условиях, если частицы располагаются вплотную друг за другом, количество материала, прошедшего через одно отверстие в единицу времени, будет $m_0 V / (2r)$, где m_0 — масса одной частицы.

Зная площадь отверстия $2r l$, получим выражение для интенсивности просеивания

$$P = \frac{V m_0}{4lr^2} \quad (2)$$

Из последнего выражения видно, что она растет прямо пропорционально скорости перемещения частиц. Из литературы известно*, что такая зависимость соблюдается до некоторого значения скорости при горизонтальном расположении отверстия или, когда отверстие совершает колебательное движение и располагается под некоторым углом к горизонту. Вопрос зависимости предельной скорости от длины, глубины отверстия и его угла наклона недостаточно изучен.

Для получения ответа на поставленный вопрос рассмотрим процесс сепарации при вышеупомянутых условиях через одно отверстие, изображенное на рис.1. На рисунке показано расположение осей координат и положение частиц около кромок отверстия при их движении вверх и вниз.

Рисунок 1. Сепарация через 1 окно

Зависимость интенсивности просеивания частиц от скорости их движения в рассматриваемое отверстие можно представить в виде кривой, изображенной на рис.2, которая показывает, что пока скорость частицы меньше V_1 происходит прохождение частицы через отверстие с опрокидыванием или со скольжением около верхней задней кромки отверстия, поэтому участок ОА отличается от прямолинейной зависимости. Когда скорость частицы находится в пределах V_1 и V_2 (этот участок АВ), имеем линейную зависимость, где угол наклона прямой АВ к оси V больше, чем угол наклона любой точки участка ОА (исключая точку А). В точке В, соответствующей скорости V_2 , частица касается нижней передней кромки, и в этот момент интенсивность просеивания частиц имеет максимальное значение. Если скорость частицы больше чем V_2 , то начинается просеивание с ударом о переднюю стенку отверстия, т.е. интенсивность просеивания уменьшается, и при некотором предельном значении V_3 просеивание частиц прекратится.

Наибольший интерес представляет зависимость интенсивности просеивания в точке В от различных факторов, поэтому мы рассматриваем только значения интенсивности просеивания в указанной точке.

Пусть в начальный момент времени при движении вверх центр массы частицы имеет координаты $x_0 = 0$, $y_0 = -r$ и скорость V .

В момент касания поверхностью частицы точки O_2 она займет положение в точке М, координаты которой можно определить через угол Y , образованный осью ОУ и прямой O_2M :

$$\begin{aligned} X_M &= l - r \sin Y \\ Y_M &= \Delta + \cos Y \end{aligned} \quad (3)$$

Каждая частица, двигаясь из начального положения в точку М, пройдет путь S_x по оси ОХ и S_y по оси ОУ.

$$\begin{aligned} S_x &= |x_M - x_0| \\ S_y &= |y_M - y_0| \end{aligned} \quad (4)$$

Рисунок 2. Диаграмма скорости

Движение частицы по осям переменное с ускорениями

$$\begin{aligned} a_x &= \pm g \sin \alpha \\ a_y &= g \cos \alpha \end{aligned} \quad (5)$$

Верхний знак – для движения вверх и нижний – вниз.

Зная выражение для путей

$$S_x = V_1 t + \frac{a_x t^2}{2} \quad (6)$$

$$S_y = a_y \frac{t^2}{2} \quad (7)$$

Из выражения (7) найдем t и, подставив в (6), определим значение скорости V_2

$$V_2 = \left(S_x - \frac{a_x}{a_y S_y} \right) \frac{\sqrt{a_y}}{(2 S_y)} \quad (8)$$

$$V_2 = S_x \pm S_y \tan \alpha \frac{\sqrt{g \cos \alpha}}{(2 S_y)} \quad (8a)$$

Для определения численного значения V_2 необходимо знать величину угла Y , которую можно найти, решив следующее трансцендентное уравнение, которое легко получить из анализа рис.1:

$$\operatorname{Tg} Y = \frac{V_{my}}{V_{mx}} \quad (9)$$

где V_{my} и V_{mx} – проекции скорости частицы на координатные оси в точке М.

$$\begin{aligned} V_{mx} &= V_2 + a_x t \\ V_{my} &= a_y t \end{aligned} \quad (10)$$

На основании уравнений (3) – (10) получаем

$$\operatorname{Tg} Y = \frac{2 S_y}{(S_x + \frac{S_y a_x}{a_y})} \quad (11a)$$

или

$$\operatorname{Tg} Y = \frac{2(r + \Delta + r \cos Y)}{(l - r \sin Y \pm (r + \Delta + r \cos Y) \tan \alpha)} \quad (11b)$$

Таким образом, зная геометрические параметры отверстия и частицы, можно определить предельное значение скорости как при движении частицы вверх, так и вниз.

Рисунок 3. Интенсивность просеивания

Теперь можно определить максимальное значение интенсивности просеивания через одно отверстие. Но только надо учесть, что при движении частиц вверх в выражение (2) вместо скорости V нужно подставить $V_2 \cos \alpha$, потому что частицы, следующие друг за другом, должны располагаться вплотную в самой верхней точке траектории, где их скорость минимальна и равна $V_2 \cos \alpha$; при движении частиц вниз в выражение (2) подставляем значение скорости V_2 , вычисленное по выражению (8а), взятое со знаком минус в скобках.

Таким образом получаем

$$p_{\max} b = (m_0 V_2 \cos \alpha) / (4r^2 l) \quad (12)$$

и

$$p_{\max} H = m_0 V_2 \cos \alpha / 4r^2 l \quad (13)$$

Для наглядного представления зависимости максимальной интенсивности просеивания и соответствующей ей скорости от длины и угла наклона отверстия были выполнены расчеты по полученным формулам для

$\Delta = 10^{-3} \text{ м}$, $r = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$ при переменных значениях длины и угла наклона отверстия (движению частиц вверх по сепарирующей поверхности соответствует знак плюс угла наклона отверстия и движению вниз — знак минус).

Рисунок 4. Интенсивность просеивания

Результаты показаны на рис. 3, 4, 5. Из рис. 3 видно, что величина скорости, соответствующей максимальной интенсивности просеивания, при движении частиц вниз всегда меньше величины скорости, имеющей тот же смысл при их движении вверх. Скорость V_2 имеет почти линейную зависимость от значения угла наклона отверстия.

Рис. 4 показывает, что интенсивность просеивания частиц в зависимости от значения угла наклона отверстия к горизонту имеет максимум, который достигается при движении частиц вверх. Величина длины отверстия незначительно влияет на величину максимума интенсивности просеивания, если угол наклона отверстия выбран правильно.

Зависимость длины отверстия от его угла наклона дана на рис. 5, откуда видно, что для того, чтобы иметь максимальную интенсивность просеивания, необходимо большим значениям длины отверстия брать меньше значения угла наклона и наоборот.

Рисунок 5. Зависимость длины от угла наклона

Глобальный максимум интенсивности просеивания достигается при длине отверстия и скорости движения частиц, равных бесконечности, и при значении угла наклона отверстия, равном нулю.

На практике трудно осуществить бесконечную длину отверстия. Поэтому рассмотрим этот вопрос подробнее. Для этого воспользуемся выражениями (8) и (13).

При условиях $\frac{\Delta}{r} \rightarrow 0$, $\frac{\pi}{3} \approx 1$, $\frac{r}{l} = m$ получим

$$p_{\max} = \rho(1 - m \sin \gamma) \sqrt{\frac{gr}{2(1 + \cos \gamma)}}$$

В последнем выражении при принятых условиях и $m < 0$, $l \sin \gamma \rightarrow 1$ и $\cos \gamma \rightarrow 0$, поэтому

$$p_{\max} = \rho(1 - m) \sqrt{gr/2} \quad (14)$$

При увеличении длины отверстия по сравнению с диаметром частицы в десять раз интенсивность просеивания меньше, чем ее глобальное значение, всего на 5%. Применительно к центробежным сепараторам, увеличением сил, приложенных к частицам, просеиваемость увеличивается как корень квадратный из величины силы, действующей на частицу.

Список литературы:

1. Абдуллаев М.М., Умаров Э.С., Некоторые вопросы технологических процессов бурении кокса, испеченного в реакторе, получаемый при коксовании нефтяного сырья. - <http://ferpi.uz/uploads/file/2020%20%E2%84%961.pdf>
2. Халилов Ш.З, Абдуллаев Ш.А., Халилов З.Ш., Умаров Э.С.. Прием и хранение зерновой смеси, поступающей после комбайнов. Tadqiqot.uz ISSN 2181-9696 Doi Journal 10.26739/2181-9696. "TECHNICAL SCIENCES" №2 (2019) TOSHKENT-2019.
3. Хамзаев И.Х., Умаров Э.С., Касимов Э.У., Ахмедов А.У. Расчет многослойной плиты на упругом основании - Фер ПИ. I Международной научно-практической кон-и 24-25 мая 2019 года 1-том с. 38-44
4. Хамзаев Х.И., Умаров Э.С.. Уравнения изгиба многослойных балок. ISSN 2181-7200. Научно-технический журнал ФерПИ. 2015. Том 19. № 2. 61-65 б.
5. Маткаримов Ш.А., Ахмедов А.У. Расчет асфальтобетонных дорожных покрытий на упругом основании // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. 12(81). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11058>
6. Sh.Z. Khalilov, Sh.A. Abdullaev, Z.Sh. Khalilov, E.S. Umarov. Influence of speed and angle of particle reduction on the character of motion of the components of the grain head - "TECHNICAL SCIENCES" №2 (2019) TOSHKENT-2019. 51-55 Web: <http://www.tadqiqot.uz>
7. I.H. Hamzaev, E.S. Umarov, J.A. Muminov, Calculation of the bearing capacity of steel beams, taking into account the development of plastic deformations in the operational stage. - <https://tadqiqot.uz/wp-content/uploads/2019/10/tehnika-2019-02.pdf>

АНАЛИЗ МЕТОДА ДОЗИРОВАНИЯ ИСХОДНЫХ ЗАГОТОВОК ПО МАССЕ

*Абдуллаев Фатхулла Сагдуллаевич**д-р. техн. наук, профессор,
Ташкентский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент**Загидуллин Рафаил Рахимуллаевич**и.о. доцента,
Ташкентский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент**Ахмадалиев Шахрух Шухратович**старший преподаватель,
Ташкентский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент**Ризаева Нигора Мирвахид кизи**ассистент,
Ташкентский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

ANALYSIS OF THE METHOD OF DOSING OF THE ORIGINAL BLANKS BY MASS

*Fathulla Abdullaev**D.Sc. (Technology),
Tashkent State University,
Uzbekistan, Tashkent**Raphael Zagidullin**Acting associate Professor,
Tashkent State University,
Uzbekistan, Tashkent**Shahrukh Akhmadaliev**Senior Lecturer,
Tashkent State University,
Uzbekistan, Tashkent**Nigora Rizayeva**Assistant,
Tashkent State University,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается процесс дозирования заготовок по массе. Описываются основные схемы дозирования заготовок. Приведена схема оборудования для резки заготовок на части.

ABSTRACT

The article deals with the process of batching blanks by mass. The basic schemes of batching of blanks are described. The diagram of equipment for cutting workpieces into parts is given.

Ключевые слова: Заготовка, дозировка, масса, схема, фотодатчик.

Keywords: Procurement, dosage, weight, diagram, photo sensor.

Когда выбирается структурная схема нужно стремиться к тому, чтобы точность дозировки, которая находится в конструкции измерителя оставалась

неизменной, и чтобы производительность режущего оборудования не снижалось в процессе применения дозатора.

Вне зависимости от многообразия дозирующих устройств, на практике применяется три вида структурной схемы построения.

1. Схема дозирования с измерением определённого места проката, который будет подвержен резке, с последующим корректированием упора в соответствии с результатом измерения. Другими словами – это схема с многократным измерением размеров проката и отрезкой заготовки после каждого измерения.

2. Рефлексное дозирование т.е. - процесс дозирования, при котором положение упора корректируется исходя из объёма или массы, отрезанной заготовки.

3. Схема дозирования с однократным измерением прутка и последующей его резкой на заготовки.

Способы измерения прутка в дозирующих устройствах; измеряемый параметр, диаметр сечения прутка в двух или более плоскостях, периметр сечения прутка, площадь боковой поверхности единицы длины прутка, площадь поперечного сечения прутка.

Рассмотрим схему с многократным измерением проката.

Дозирующие устройства с такой структурной схемой работают следующим образом. Непосредственно перед ножницами устанавливается измеритель. От датчика сигнал, пропорциональный объёму погонной единицы проката, через блок управления поступает на упор, который корректирует длину отрезаемой заготовки. С позиции измерения прутки подаются до упора в рабочую зону. После отрезки заготовки, прутки переходят на позицию измерения, таким образом цикл повторяется. Применение того типа дозирующих устройств позволяет отрезать точные по объёму (массе) заготовки с отклонением 1,5-3% не только из горячекатаных прутков, но и из подката, что обеспечивает снижение стоимости исходного металла на 15- 20 %.

Как видно площадь поперечного сечения проката изменяется как от прутка к прутку, так и в пределах одного прутка а так же искажения формы сечения и местные неровности на поверхности прутка снижают точность измерения. Если каждый раз положение упора регулируется в зависимости от измерений определённого участка прутка, который после отделяется от самого прутка, то изменение площади поперечного сечения не сильно оказывает влияние на точность дозировки. С такой точки зрения, данная схема является наиболее благоприятной.

Следует отметить, что при работе дозатора по структурной схеме с многократным измерением прутка невозможно совместить по времени процесс измерения прутка и его резки. Кроме того, режущее оборудование простаивает в то время, когда прутки перемещаются от точки измерения к плоскости реза прутка. Даже, если процесс измерения длится 5-6 сек., а прутки перемещаются за 2 сек., то приблизительно в 4 раза снижается производительность режущего оборудования. Иногда следует применять дозирующее устройство, которое многократно измеряет размеры прутка и тем самым можно повысить процент дозировки заготовок.

Например, в некоторых случаях отрезку заготовок для штамповки можно производить с помощью механических пил или на специальных станках, которые предназначены для резки заготовок. Такая отрезка чаще всего применяется, когда заготовки будут использованы для обработки давлением особо ответственных деталей. Поскольку в этом случае время, которое требуется для отрезки одной заготовки, значительно больше, чем при использовании прессножниц, и так как, при этом технологическом процессе прутки не подвержены резкому сотрясению, то процесс измерения прутка можно будет совместить по времени с отрезкой.

Кроме того, в непосредственной близости от режущего инструмента можно установить измеритель, при котором не обязательно будет перемещать прутки от измерительного приспособления до плоскости реза. В этом случае дозировка не повлияет на производительность оборудования для резки заготовки и в то же время точность заготовок по массе значительно выше, чем при использовании двух других структурных схем.

При применении дозатора вместе с запоминающим устройством, и будет иной вариант использования дозатора, при котором прутки измеряются многократно. При данной схеме можно сказать следующее: до резки измеряется каждый участок прутка и все, полученные данные будут фиксироваться в запоминающем устройстве. Когда отрезается заготовка положение упора будет регулироваться в зависимости от результатов измерения той области прутка, от которой отделяется заготовка. Разность между отделяемой частью прутка с областью измерения не окажет большого влияния на точность дозировки.

Рисунок 1. Схема отрезки с дозированием

На рис. 1 приведена схема отрезки с дозированием по результатам измерения сечения прутка бесконтактным датчиком. Пруток при подаче к ножам проходит через измерительную головку 2, перед входом в которую установлен фотодатчик 1. Перемещаясь, пруток прерывает световой поток фотодатчика. Подается команда на вращение измерителя пути прутка. Второй фотодатчик 3 включает измеритель поперечного сечения. От фотодатчиков и измерительной головки сигналы поступают в электронное устройство 6, в котором вырабатываются данные для системы управления. Из системы управления поступает команда на привод корректирует положение упора 5. Пруток, касаясь упора, замыкает контакты, подающие команду на отрезку заготовки ножами 4. Устройство обеспечивает точность объема заготовки (отклонение не более $\pm 2\%$). Выбор той или иной структурной схемы дозирования заготовок зависит от многих факторов: вида режущего оборудования, быстродействия датчиков, величины колебания погонной единицы проката в пределах одного прутка, загрузки режущего оборудования в цехе и т.д. Чтобы получить необходимые для выбора метода дозирования данные, были проведены вышеуказанные исследования, а также точности технологического процесса и структурных схем дозирования. Результаты исследований позволяют сделать вывод: ни одна из известных схем дозирования не может обеспечить требуемой точности дозирования проката, т.е. не более 1-2%. Поэтому рекомендуется метод дозирования заготовок, сущность которого заключается в следующем.

Список литературы:

1. Рудской А.И. Теория и технология прокатного производства : учебное пособие / Санкт-Петербург : Наука, 2008. – 527 с. :
2. Целиков А.И., Полухин А.И., Гребеник В.М. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1988.
3. Покровский В.П. Резка сортового проката на мерные заготовки. Кузнечно-штамповочное оборудование 1978 с. 6-8.
4. Абдуллаев Ф.С., Загидуллин Р.Р. Металларни босим билан ишлаш жараёналари технологик вазифалари. Тошкент. 1996. - 93 с.

В технологическом потоке перед ножницами измеряются параметры штанги (D – диаметр, L – длина), причем диаметр измеряется многократно через определенный интервал по всей длине L . По трем начальным замерам D_i и далее со сдвигом производится осреднение значений, по которым определяется длина заготовок, исходя из заданной массы:

$$D_i = \frac{\sum_{L=1}^n D_i}{n} \quad (1)$$

$$L_{3i} = \frac{4Q_{зад}}{\pi D_i^2 \gamma} \quad (2)$$

где, γ – удельная масса материала.

Длину некратного остатка находим, как

$$L_{ост} = (L_i - \sum_{L=1}^n L_{3i}) \quad (3)$$

$$L_{доп} < L_{ост} \leq L_{3i}$$

где $L_{доп}$ – допустимая величина остатка.

В соответствии с величинами L_{3i} и $L_{ост}$ выставляется упор ножниц в процессе резки.

Для повышения точности заготовок применяем на выходе процесса резки стат регулирование. При этом корректируется длина заготовки и определяется момент подналадки режущего оборудования.

Описанный метод дозирования заготовок, предусматривает получение исходных штучных заготовок постоянной массы с точностью до 1-2%.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-1.34-36

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПЛАНЕТАРНЫХ РЯДОВ**Жураева Гулчехра Шодиевна**

доцент

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: gulchekhra2767@mail.ru**Авазнийёзов Алишер Бектемирович**

магистрант,

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: avazniyozov@inbox.ru**CALCULATION FOR THE STRENGTH OF GEAR WHEELS OF PLANETARY ROWS****Gulchekhra Zhuraeva**

Associate professor

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,

Uzbekistan, Tashkent

Alisher Avazniyozov

Master

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье расчет мощности планетарных шестерен сделан только для сателлитной пары, поскольку кольцевой редуктор имеет нарастающую мощность. Из-за повышенной несущей способности зубьев, соприкасающихся с вогнутой кольцевой стороной подбарабана и выпуклой зависимости рабочих поверхностей зубьев от сателлита, уменьшение радиуса кривизны контактных поверхностей намного превышает радиус кривизны внешних соединительных зубцов.

ABSTRACT

In the article, the calculation of the power of the planetary gears is made only for the satellite pair, since the ring gear has an increasing power. Due to the increased bearing capacity of the teeth in contact with the concave annular side of the concave and the convex dependence of the working surfaces of the teeth on the satellite, the reduction in the radius of curvature of the contact surfaces is much greater than the radius of curvature of the external connecting teeth.

Ключевые слова: планетарного механизма, шестерня, зубчатого колеса, прочность, деформаций.

Keywords: planetary gear, pinion, cogwheel, strength, deformation.

Расчет на прочность зубчатых зацеплений планетарного механизма проводится только для пары солнечная шестерня - сателлит, поскольку коронная шестерня обладает повышенной несущей способностью. Повышенная несущая способность обусловлена контактированием вогнутых на коронной шестерне и выпуклых на сателлите рабочих поверхностей зубьев. При этом приведенный радиус кривизны контактирующих поверхностей значительно выше приведенного радиуса кривизны зубьев внешнего зацепления, следовательно, ниже действующие

контактные напряжения. Расчет на контактную прочность при максимальной нагрузке [1, 2, 3].

При действии максимальной нагрузки $M_{\max}$ наибольшее за заданный срок службы контактное напряжение не должно превышать допустимого $\sigma_{HP\max}$:

$$\sigma_{H\max} \leq \sigma_{HP\max}.$$

Допустимое контактное напряжение при максимальной нагрузке, не вызывающее остаточных деформаций или хрупкого разрушения поверхностного

слоя, зависит от способа химико термической обработки зубчатого колеса и характера изменения твердости по глубине зуба.

Для зубьев, подвергнутых цементации или контурной закалке [4, 5],

$$\sigma_{HPmax} = 44HRC = 44 \cdot 60 = 2640 \text{ МПа.}$$

Максимальное контактное напряжение σ_{Hmax} рассчитывают по формуле:

$$\sigma_{Hmax} = \sigma_{HP} \cdot \sqrt{\frac{M_{max} \cdot K_{Hmax}}{M_H \cdot K_H}}.$$

где K_{Hmax} - коэффициент нагрузки при моменте M_{max} .

Прямое действие нагрузки

Расчетный момент:

$$M_H = M_{CATПРЗ(VII)} = 10,48 \text{ Н·м};$$

$$K_H = 1,84.$$

Максимальный момент (Н·м)

$$M_{max} = M_{CATПРЗ(VII)max} = \frac{M_{ДВСmax} \cdot M_{МЦКПРЗ(VII)}}{a_{СТПРЗ} \cdot u} = \frac{320 \cdot 0,286}{3 \cdot 1,893} = 16,12.$$

Окружная сила на делительном диаметре при расчете на контактную выносливость (Н):

$$F_{tHmax} = \frac{2000 \cdot M_{max}}{d_{1CATПРЗ}} = \frac{2000 \cdot 16,12}{44,161} = 729,85.$$

Коэффициент нагрузки:

$$K_{Hmax} = K_A \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha}.$$

Коэффициент K_A учитывает внешнюю динамическую нагрузку. Для трансмиссий автомобилей, работающих совместно с многоцилиндровыми поршневыми двигателями, $K_A = 1,75$ [6, 7].

Рисунок 1. Определение коэффициента $K_{H\alpha}$ (цифры у кривых соответствуют степени точности зубчатой передачи по нормам плавности работы)

Коэффициент $K_{H\alpha}$ распределения нагрузки между зубьями зависит от окружной скорости зубчатого венца V и степени точности по нормам плавности работы; для косозубых передач его определяют по графику на рис.1. Для седьмой степени точности и максимальной окружной скорости на делительном диаметре при действии максимального момента $M_{МЦК-CATПРЗ(VII)} = 1,09 \text{ м/с}$.

$$K_{H\alpha} = 1,015;$$

при этом должно выполняться неравенство

$$K_{H\alpha} \leq \frac{\varepsilon_\gamma}{\varepsilon_\alpha \cdot Z_\varepsilon^2} = \frac{2,864}{1,552 \cdot 0,802^2} = 2,87.$$

Коэффициент распределения нагрузки по ширине венца $K_{H\beta}$ можно найти по графикам на рис. 2. в зависимости от отношения $\psi_{bd} = b_w/d$, схемы расположения зубчатых колес и твердости активных поверхностей зубьев:

$$K_{H\beta} = 1,01.$$

Коэффициент динамической нагрузки, возникающей в зацеплении,

$$K_{Hv} = 1 + v_H.$$

Рисунок 2. Определение коэффициента $K_{H\beta}$ (цифры у кривых соответствуют номеру схемы расположения зубчатых колес)

Динамическая добавка $v_H = 0,029$, соответственно $K_{Hv} = 1 + 0,029 = 1,029$.

В результате коэффициент нагрузки:

$$K_H = 1,75 \cdot 1,029 \cdot 1,01 \cdot 1,015 = 1,84.$$

а действующие в полюсе зацепления контактные напряжения (МПа) [8],

$$\sigma_{HPR3(ПРЯМ)} = 245,8 \cdot \sqrt{1,84} = 334,0 \leq \sigma_{HPR3(ПРЯМ)} = 1023.$$

Список литературы:

1. С.А. Харитонов, М.В. Нагайцев, Е.Г. Юдин. Расчет и проектирование планетарных коробок передач. Москва Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана 2012.
2. Носов Н.А., Галышев В.Д., Волков Ю.П., Харченко А.П. Расчет и конструирование гусеничных машин. Л.: Машиностроение, 1972.
3. Иванов В.А. Основы теории и конструирования гусеничных машин. М.: ЦНИИ информации, 1975.
4. Планетарные передачи: Справочник / Под ред. В.Н. Кудрявцева, Ю.Н. Кирдяшева. Л.: Машиностроение, 1977.
5. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-1. Детали машин. Конструкционная прочность. Трение, износ, смазка / Д.Н. Решетов, А.П. Гусенков, Ю.Н. Дроздов. М.: Машиностроение, 1995.
6. Красеньков В.И., Вашец А.Д. Проектирование планетарных механизмов транспортных машин. М.: Машиностроение, 1986.
7. Зубчатые передачи: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. / Е.Г. Гинзбург, Н.Ф. Голованов и др.; / Под ред. Е.Г. Гинзбурга. Л.: Машиностроение, 1980.
8. Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости: Расчет агрегатов и систем / Под ред. Н.Ф. Бочарова, Л.Ф. Жеглова. М.: Машиностроение, 1994.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ УЗБЕКИСТАНА

Иргашев Амиркул

*д-р техн. наук, профессор,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Хамроев Рамзжон Комилжон угли

*ассистент, Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ramz192@mail.ru*

Суннатов Ахрор Учқунович

*магистрант,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

ANALYSIS OF THE USE OF WHEEL TRACTORS IN AGRICULTURE OF UZBEKISTAN

Amirqul Irgashev

*Doctor of technical Sciences, Professor
Tashkent state technical university
Uzbekistan, Tashkent*

Ramzjon Hamroev

*Assistant,
Tashkent state technical university
Uzbekistan, Tashkent*

Axror Sunnatov

*Undergraduate,
Tashkent state technical university,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлена информация о том, какие типы современных колесных тракторов в настоящее время используются в сельском хозяйстве Узбекистана. В частности, технические характеристики американских тракторов Case, одного из основных современных тракторов, используемых в сельском хозяйстве нашей страны, и немецких тракторов CLAAS наглядно проиллюстрированы на основе таблицы. Кроме того, в статье приведены технические характеристики тракторов «Ташкентский тракторный завод», которые сейчас широко используются в сельском хозяйстве республики.

ABSTRACT

This article provides information on what types of modern wheeled tractors are currently used in agriculture in Uzbekistan. In particular, the technical characteristics of the American Case tractors, one of the main modern tractors used in agriculture in our country, and the German CLAAS tractors are clearly illustrated on the basis of the table. In addition, the article contains the technical characteristics of the tractors "Tashkent Tractor Plant", which are now widely used in the agriculture of the republic.

Ключевые слова: сельское хозяйство, тракторы, классификация, прочность, универсальная вспашка, урожай, средства обслуживания и ремонта.

Keywords: agriculture, tractors, classification, strength, universal plowing, harvest, maintenance and repair facilities.

На рост сельскохозяйственного производства и его конкурентоспособность напрямую влияет состояние его основных фондов, в том числе техническое

состояние тракторов, сельскохозяйственных машин и автомобилей. Решающим фактором повышения конкурентоспособности производимой продукции

выступает всемерное преодоление технического и технологического отставания. Наиболее актуальными проблемами становятся широкое использование ресурсосберегающих механизированных технологий сельскохозяйственного производства, техническое перевооружение машинно-тракторных парков и фермерских хозяйств, замена устаревшего парка сельскохозяйственных машин на новые, ведущие к росту производительности труда, сокращению издержек производства и увеличению объемов производства продукции. Подъем технического потенциала сельхозтоваропроизводителей только за счет пополнения парка машин зарубежными не совсем рентабельно, так как во первых, их цена намного превышает стоимость отечественных машин и агрегатов и во вторых, при их эксплуатации требуются дорогостоящие запасные части, средства обслуживания и ремонта. Поэтому техническую оснащенность сельхозпредприятий необходимо решать за счет освоения на отечественных машиностроительных заводах и совместных предприятиях производства новых современных машин.

Технологические рабочие процессы в сельском хозяйстве осуществляются с помощью агрегатов, состоящих из тракторов и сельхозтехники. В этом случае трактор служит для перевозки, перемещения и буксировки прицепов и транспортных средств.

Сельскохозяйственная техника - это разнообразие машин, технических средств и агрегатов, которые предназначены для повышения производительности труда в сфере сельского хозяйства посредством автоматизации и механизации отдельных технологических процессов и операций.

Результаты исследований. На практике выпускаются промышленные и сельскохозяйственные тракторы. Сельскохозяйственные тракторы бывают колесно-гусеничные и делятся на восемь классов в зависимости от силы тяги на крюке: 6, 9, 14, 20, 30, 40, 50, 60 кН. По своему назначению они подразделяются на универсальные, универсальные и специальные тракторы.

В настоящее время в стране широко используются колесные и цепные тракторы с тяговым усилием от 6 до 50 кН в качестве основного источника энергии в технологических процессах возделывания сельскохозяйственных культур. Климатические и почвенные условия нашей страны, особенности возделывания сельскохозяйственных культур предъявляют определенные требования к тракторам. В частности, сельскохозяйственные тракторы можно использовать в самых разных условиях (засушливые, пустынные, очень умеренные и холодные регионы, температуры + 40 ° и -20 °, на равнинах, на склонах холмов, предгорьях и горных районах, на больших высотах). Поэтому эту ситуацию следует учитывать при выборе наиболее эффективного использования тракторов. В настоящее время трехколесные тракторы используются в основном в сельском хозяйстве, посеве,

междурядье и уборке урожая, а четырехколесные тракторы - на транспортных и общестроительных работах.

Характеристики двигателей имеют существенное влияние на динамические качества мобильных агрегатов в условиях колебаний внешней нагрузки. Совершенство движителя колесных тракторов определяет его тягосцепные качества и проходимость. Одним из основных критериев при выборе трактора являются агротехнические требования к условиям его использования (рельеф, форма и размер территории, удельное сопротивление почвы и т. д.).

Специальные тракторы делятся на хлопковые, овощеводческие, садоводческие, рисовые, транспортные и другие. С учетом вышеперечисленных требований сельское хозяйство нашей страны обеспечено научно обоснованными тракторами.

За годы независимости в сельском хозяйстве республики были произведены тракторы Махум, TL 50/60, TL 100, TS 50/60 производства совместных предприятий Magnum и "UzKeysTractor" американской компании "Keys", ARES 697 ATZ, ARION 630C немецкой компании "CLAAS", Тракторы ARION 640, AXION 810, AGROTRON 620, Axos 340, ARION 630C, AXION 850, собранные на СП ООО "Уз КЛААС Агро", ТТЗ 60 .11, ТТЗ 80 .11, ТТЗ 100K 11 спецхлопок производства Ташкентского тракторного завода. Тракторы косилки универсальные ТТЗ 60. 10, ТТЗ 80 .10, ТТЗ 100K10 в комплекте с тракторами BT-150 Волгоградского тракторного завода.

Эти тракторы полностью соответствуют мировым стандартам по техническим характеристикам: двигатели мощные, частота вращения плавно меняется за счет гидравлических трансмиссий, в них есть автоматические устройства, управляющие работой агрегатов.

Одна из самых актуальных проблем сегодня - это эффективное использование технических возможностей современных мощных тракторов [2].

Технические характеристики основных тракторов, используемых в сельском хозяйстве страны, приведены в следующих таблицах.

Современные тракторы - это универсальный мобильный электроинструмент, выполняющий самые разные механизированные работы. Например, тракторы МТЗ-80, МТЗ-82 могут работать с более чем 270 видами техники и вооружения. Сидя на сиденье, механизатор, управляющий трактором, должен будет направить его в нужных направлениях, подсоединить или привязать к сельхозтехнике с помощью рабочего оборудования, перевести их из рабочего в транспортное, управлять и останавливать. Для этого тракторы комплектуются гидравлической системой крепления, прицепом, валами отбора мощности и другим необходимым дополнительным рабочим оборудованием.

Таблица 1.

Германиянинг CLAAS фирмасы тракторларининг техник тавсифлари

Название индикатора	Axos 340	ARES 697 ATZ	ARION 640 CIS	AXION 810	AXION 810 CPM
Тяговый класс, кН	20	30	30	40	40
Колесная формула	4К4	4К4	4К4	4К4	4К4
Двигатель: модели	1104Д	6068 TRT 73	6068 HRT 83A	6068 HRT 80B	
мощность, кВт	74,9	104,5	128	124	150
Количество расширений, вперед / назад	10/5	24/24	24/24	24//24	поғанасиз
Скорость, км / ч: Вперед	0.44-40	0.11-41.8	0,11-48,0	0,41-41,69	0,05-40,0
Назад		0.11-41.8	0,11-48,0	0,41-41,69	0,05-40,0
Строительная масса трактора, кг	4490	6845	6500	7500	7500
Внешние размеры, мм: длина ширина высота	4659 2510 2540	5160 2845	5155 2490	5721 2598	5721 2598

Таблица 2.

“Кейс” фирмасы тракторларининг техник тавсифлари

Название индикатора	MX-135	MXM-140	MX-240	Магнум- 7240	Магнум- 8940	MX-255
Тяговый класс, кН	20	20	40	50	50	
Колесная формула	4К4	4К4	4К4	4К4	4К4	4К4
Двигатель: модели			6ТАА-830	6-590Т	6ТА-830	Case IH
мощность, кВт	103	106	205,88	143,4	176	190
Количество расширений, вперед / назад	16/12	18/6	18/4	18/4	18/4	18/4
Скорость, км/ч: Вперед Назад	2,0-38,6 3,3-21,9	40 гача	3,21-36,00 4,50-12,00	3-31,5 4,3-11,4	2-36,4 4,5-12	40гача
Строительная масса трактора, кг	6442	5450	9830	9710	9725	
Юк қўтариш қобилияти, kg	4054	6475	5900		5788	6789
Внешние размеры, мм: длина ширина высота	5100 2385 2940	4718 2300 2955	5883 2540 3127	4460 3765 3065	5551 3048 3022	

Таблица 3.

“Минск трактор заводи” тракторларининг техник тавсифлари

Название индикатора	Гилдиракли			Резина занжирли	
	Беларус 80X	Беларус 80.1/82.1	Беларус 82.2	Беларус 1802	Беларус 2103
Тяговый класс, кн	14	14	14	40	50
Колесная формула	3К2	4К4	4К4	-	-
Двигатель: модели	Д-243/D-243	Д-243/D243	Д-243/D-243	Д-260.9 TURBO	Д-260.4 S2
мощность, кВт	60	60	60	132,3(180)	156
Количество расширений, вперед / назад	16/4	18/4	18/4	16/8	16/8
Скорость, км / ч: Вперед Назад	1,79-17,04/ 3,78-8,5	1,79-17,04/ 3,78-8,5	1,79-17,04/ 3,78-8,5	1,4 -29,8 / 2,5-13,7	3,08-26,12/ 4,21-14,47
Строительная масса трактора, кг	3650	3770/4000	3800	8600	10700-12200
Внешние размеры, мм: длина ширина высота	4040 2370 2930	3850/3930 1970 2780/2800	4150 1550 2340	5070 2070 2930	6250±50 2100±30 2960±30

Таблица 4.

“Тошкент трактор заводи” тракторларининг техник тавсифлари

Название индикатора	ТТЗ 60.11	ТТЗ 80.11	ТТЗ 100К11	ТТЗ 60.10	ТТЗ 80.10
Тяговый класс, кн	9	14	14	9	14
Колесная формула	3К2	3К2	3К2	4К2	4К2
Двигатель: модели мощность, кВт	Д-144-09 46,7	Д-243 59,6	4ВТ-3,9-А-92 67,71	Д-144-12 46,7	Д-243 59,6
Количество расширений, вперед / назад	6/3	9/3	9/3	6/3	9/3
Скорость, км / ч: Вперед Назад	2,77-15,57 3,61-10,44	3,06-17,25 4,0-11,55	2,96-16,65 3,36-11,15	4,89-27,48 6,38-18,41	5,31-29,95 6,92-20,06
Строительная масса трактора, кг	3471	3810	3330	3341	3590
Внешние размеры, мм: длина ширина высота	3778 2153 3034	4300 2185 2830	4310 2185 2825	3624 2078 2812	4325 1735 2620

Механизм подвески позволяет подвешивать сельскохозяйственную технику и оружие позади трактора и впереди него, а гидравлическая система служит для управления навешиваемыми или тянувшимися машинами. Прицеп используется для подсоединения прицепа к трактору. Валы трансмиссии (ПТФ) используются для передачи крутящего момента от двигателя трактора к машинам. Кроме того, колесные тракторы также могут оснащаться гидравлическими погрузчиками, гидроусилителем, компрессором и другим дополнительным рабочим оборудованием.

Выводы

Машинно-тракторные агрегаты, используемые в сельском хозяйстве республики, представляют собой современную сельхозтехнику типа «Магнум-7240», «Магнум-8940», МХМ-240, МХМ-140, МХ-135, ТТЗ 100 К11, ТТЗ 80.11 и ВТ-150, Т. Цепи типа -4А-S4 собираются путем подвешивания или буксировки на тракторах большой мощности. Современные машинно-тракторные агрегаты способны выполнять существующие агротехнические мероприятия со скоростью 7-11,2 км / ч, что позволяет проводить агротехнические мероприятия в короткие сроки.

Список литературы:

1. Байилов М.Т. ва бошқалар. Сельскохозяйственная техника. Автомобили /Каталог/. – Тошкент: ИМЭСХ, “MUXAMMAD POLIGRAF”, 2016. – 480 Б.
2. Тошболтаев М. Регулировка и эффективное использование хлопковых и зерновых машин. – Ташкент: Фан, 2009. – 175 б.
3. Мирнигматов Б., Кимсанов Ш.Л. Анализ тракторов, используемых в сельском хозяйстве Узбекистана. Международной научно-практической конференции «Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса», Ташкент. 28 ноября 2018 г. 801-806 б.

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ
НА ОСНОВЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ФУРАНО-ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ
И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ****Сайфуллаева Гулхаё Ихтиёровна**

*базовый докторант, ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Негматов Сайибжан Садыкович

*академик АН Республики Узбекистан,
д-р. техн. наук, профессор, ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Абед Нодира Сайибжановна

*д-р техн. наук, профессор, председатель ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Камолов Ихтиёр Рамазонович

*профессор кафедры "Методика преподавания физики и астрономии",
Навоийский государственный педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Навои*

Баракаева Сарвиноз Тулкуновна

*соискатель, ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Камалова Дилнавоз Ихтиёровна

*PhD по техническим наукам,
Навоийский государственный педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: kamalova.di@mail.ru*

**TECHNIQUE FOR OBTAINING COMPOSITE SAMPLES BASED ON THERMOREACTIVE
FURANO-EPOXY POLYMERS AND ORGANOMINERAL FILLERS****Gulkhayo Sayfullaeva**

*basic doctoral student, SUE "Fan va tarakkilot",
Tashkent State technical university named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Sayibjan Negmatov

*Academician of the AS RepUz, doctor of technical sciences, professor,
SUE "Fan va tarakkilot", Tashkent state technical university named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Nodira Abed

*Doctor of technical sciences, professor, Chairman of the SUE "Fan va tarakkilot",
Tashkent state technical university named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Ikhtiyor Kamolov

*Professor of the department "Methods of teaching physics and astronomy",
Navoi state pedagogical institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi*

Sarvinov Barakaeva

*Applicant, State Unitary Enterprise "Fan va taragiyot",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Kamalova Dilnavoz Ikhtiyorovna

*PhD in technical sciences,
Navoi state pedagogical institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi*

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведена методика получения композиционных образцов на основе термореактивных фурано-эпоксидных полимеров и органоминеральных наполнителей и технология получения покрытий из них. А также, рассмотрена методика определения электрических свойств фурано-эпоксидных термореактивных полимерных покрытий.

ABSTRACT

This article describes a technique for obtaining composite samples based on thermosetting furan-epoxy polymers and organomineral fillers and a technology for producing coatings from them. And also, a technique for determining the electrical properties of furan-epoxy thermosetting polymer coatings is considered.

Ключевые слова: композит, композиционные материалы, наполнитель, полимер, методика, термореактивные свойства, электрические свойства.

Keywords: composite, composite materials, filler, polymer, technique, thermosetting properties, electrical properties.

Введение. На сегодняшний день в мире полимерные материалы широко применяются во многих отраслях промышленности. Полимерные материалы, наносимые в виде тонких пленок на металлические поверхности, выдерживают большие нагрузки, обеспечивают лучший отвод тепла и в меньшей степени, чем литые полимерные детали подвержены изменению размеров. Применение композиционных полимерных покрытий с высокими электро-теплофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами в рабочих органах машин и механизмов имеет особое значение.

Во всем мире ведутся исследовательские работы по разработке долговечных, недефицитных и недорогих материалов машиностроительного назначения с конструктивными, антифрикционными и электро-теплофизическими свойствами. А это в свою очередь требует создания электро-теплофизических композиционных полимерных покрытий машиностроительного назначения с высокими электро-теплофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами и низкой себестоимостью и технологии их получения [1].

Объект и методика исследования. Композиционные материалы (КМ) получали на основе полимерных материалов и органоминеральных наполнителей, которые смешивали между собой в смесители по методике получения композиционных образцов на основе термореактивных фурано-эпоксидных полимеров и органоминеральных наполнителей и по

методике определения электрических свойств фурано-эпоксидных термореактивных полимерных покрытий с полимерным связующим. Нанесение покрытий термореактивных растворов и термореактивных растворов и жидко образных полимерных материалов и осуществляли следующим образом. Нанесение композиционных фурано-эпоксидных полимеров осуществляли кистью, распылением, погружением изделий в ванну с раствором или наливом его поверхность изделия, а также при помощи трафарета, филленчата и торцовки [2].

Рассмотрим технологию получения покрытия из жидких и вязко текучих термореактивных фурано-эпоксидных полимеров. Для получения качественного покрытия кистью из растворов или других жидко образных материалов необходимо опускать в раствор только нижнюю часть кисти; излишек раствора с кисти отжимать о деревянную лопатку или о край ведра; раствор в ведре или сосуде необходимо перемешать кистью; раствор наносят на поверхность широкими полосками, которые с силой растушевывают сначала в продольном, а затем в поперечном направлении. При нанесении растворов и других жидко образных полимерных материалов на изделие вертикальных поверхностей окончательная растушевка кистью делается сверху вниз. После употребления кисти должны быть вымыты растворителями, эмульгаторами или другими веществами, которые очищают щетину и волос кисти.

Преимуществами ручного нанесения раствора или других жидко образных полимерных материалов кистью являются простота и универсальность. Кистями можно наносить покрытие на изделия различной конфигурации и размеров. При таком нанесении потери растворов невелики, отсутствует необходимость в специальном оборудовании и сложных приспособлениях. Однако, нанесение растворов кистью имеет низкую производительность и большую трудоемкость. Невозможно использовать, также быстро сохнущие и плохо растушевывающиеся растворы.

Наибольшую производительность и низкую трудоемкость имеет нанесение растворов или других жидко образных полимеров окунанием или распылением с помощью распылителя.

Установка обеспечивает высококачественные покрытия, позволяет механизировать, а в некоторых случаях и автоматизировать процесс нанесения раствора. Несмотря на ценные преимущества, установки такого типа имеют и серьезные недостатки. К ним относятся обильное образование тумана, вредно действующего на здоровье обслуживающего персонала, соответственно увеличивающего расход раствора или жидко образного материала на 15-30% по сравнению с нанесением кистями; необходимость применения распылительных камер с устройствами для удаления и очистки загрязненного воздуха; большой расход растворителя на разведение полимерного материала для получения рабочей вязкости и невозможность получения толстого слоя покрытия при однократном нанесении раствора. При нанесении раствора или других жидко образных полимерных материалов эти непосредственно перед распылением или распыление производить в электрическом поле.

Основными электрическими свойствами полимерных покрытий являются электропроводность, диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери и электрическая прочность (пробивная напряженность). На рисунке 1 показана схема соединения электродов для измерения электрических характеристик полимерных покрытий. При этом одним из электродов служит металлическая подложка. Для определения удельного сопротивления ρ необходимо измерить удельное объемное сопротивление ρ_V и удельное поверхностное сопротивление ρ_s или наоборот. Для этого применяется система из трех электродов, которая показана на рисунке а. Для измерения ρ_V схема соединения электродов, показанная на рисунке (в этом случае подложка служит как высоковольтный электрод), а для определения ρ_s - рисунок б (в этом случае подложка служит как охранный электрод). Измерив величины сопротивления R_x по этим схемам, можно определить ρ_V и ρ_s по формулам:

$$\rho_V = R_V \frac{s}{n} \text{ ом} \cdot \text{см} \quad (1)$$

$$\rho_s = R_s \frac{d}{l} \text{ ом} \quad (2)$$

где ρ_V объемная сопротивление образца, подлежащее измерению, ом; R_s – поверхностное сопротивление, также подлежащее измерению, ом; s - площадь электрода, см^2 ; n - толщина полимерного покрытия, см; d - ширина электродов на поверхности полимерного покрытия, ом; l - расстояние между электродами на поверхности покрытия, см.

Рисунок 1. Схема соединения электродов для измерения электрических характеристик полимерных покрытий (а-для удельного объемного сопротивления; б-поверхностного сопротивления; в-для E_tgd ; г-для E ; и- измерительный электрод; п-полимерное покрытие)

В зависимости от величины сопротивления материала покрытий применяют различные методы и приборы. Так метод, непосредственного отклонения позволяют измерять с достаточной степенью точности сопротивление до 10^9 ом, метод заряда конденсатора и метод сравнения позволяют увеличить предел измерения сопротивления с достаточной точностью до 10^{12} ом, а свыше 10^{12} ом измерение сопротивлений полимерных покрытий рекомендуется проводить с помощью электродов, так как при этом обеспечивается достаточная точность измерения. Измерение диэлектрической проницаемости ϵ и тангенс угла $\text{tg}\delta$ производится при промышленной, звуковой и радиочастотах и основана на измерении емкости исследуемого полимерного покрытия (образца). Определение ϵ и $\text{tg}\delta$ полимерных покрытий при промышленной и звуковой частотах производится путем мостовых методов, а при радиочастотах (порядка 10^6 гц) резонансными методами. Следует отметить, что для измерения ϵ и $\text{tg}\delta$ применяются те же электроды, что и для определения электропроводности ρ_V , причем охранный электрод заземляется. На рисунке введена принципиальная схема четырехблочного моста, в одно из плеч которого включается образец испытуемого покрытия. После уравнивания моста, т.е. после подбора значений сопротивления и емкости, когда ток в диагонали измерительного прибора ИП равен нулю. Тангенс угла диэлектрических потерь определяется по формуле:

$$\text{tg}\delta = 2\pi f C_4 R_4 10^{-6} \quad (3)$$

где f - частота, гц; C_4 - емкость, мкф; R_4 - сопротивление, ом. Диэлектрическая проницаемость ϵ испытуемого полимерного покрытия определяется, исходя из формулы плоского конденсатора:

$$\epsilon = \frac{14.4 C_x h}{d^2} \quad (4)$$

где $C_x = C_4 \frac{R_1}{R_2}$ - емкость полимерного покрытия, мкф; d - диаметр круглого электрода, см; h - толщина полимерного покрытия, см.

Измерение пробивной напряженности полимерных покрытий можно производить с помощью установки с трансформатором, которая снабжена устройством для плавного регулирования напряжения, измерительными приборами, а также автоматическим выключателем [3]. При измерениях на этих установках электрической прочности полимерных покрытий одним электродом служит подложка, а второй электрод располагается на поверхности покрытия против подложки, как показано на рисунке 1. Изменяя плавно напряжение от нуля до получения пробоя, можно определить пробивное напряжение $U_{пр}$ данного покрытия. Пробивная напряженность исследуемого полимерного покрытия определяется из следующего соотношения:

$$E_{пр} = \frac{U_{пр_кв}}{\frac{h}{\text{см}}} \quad (5)$$

Надо отметить то что, в данной исследовании был рекомендован состав композиции, наполненные органоминеральными наполнителями с улучшенными антифрикционно-прочности и повышающие их физико-механические свойства. А также, показывается зависимость электропроводность полимерных покрытий от типа и природы органоминеральных наполнителей, который незначительно изменяется при повышении температуры в зоне трения из-за воздействия электризации полимеров, композиционных полимерных материалов и покрытий.

Список литературы:

1. Sayfullaeva Gulhayo and oth. «Research of electro physical and physicochemical properties of fillers for production of composite polymer materials». Solid State Technology. November 27. 2020. Volume 63, Issue 6. pp 9771-9777.
2. Сайфуллаева Г.И. и др. «Исследование электропроводящих композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе для триботехнического назначения». «Universum: технические науки». Россия. 2020. №12(81).
3. Sayibjan Negmatov and oth. «Theoretical basics of contact interaction of machinery antifriction composite polymer materials with fibrous mass (raw cotton)». Advanced Materials Research. Switzerland. 2018. 160-166 pp.

**АНТИКОРРОЗИОННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ****Шодиев Хамза Рузикулович**

базовый докторант, ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Негматова Комила Соибжановна

д-р. техн. наук, профессор ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Негматов Сайибжан Садыкович

академик АН Республики Узбекистан,
д-р. техн. наук, профессор, ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Абед Нодири Сойибжановна

д-р. техн. наук, профессор, председатель ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Насриддинов Азизбек Шамсиддинович

соискатель, ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Султанов Санжар Уразалиевич

старший научный сотрудник, ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Камалова Дилнавоз Ихтиёровна

PhD по техническим наукам, ГУП "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан
E-mail: kamalova.di@mail.ru

**ANTI-CORROSION COMPOSITE MATERIALS BASED
ON ORGANOMINERAL INGREDIENTS****Khamza Shodiev**

Basic doctoral student, SUE "Fan va tarakkiyot",
Tashkent State technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Negmatova Komila Sayibjanovna

Doctor of technical sciences, professor, SUE "Fan va tarakkiyot",
Tashkent state technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Sayibjan Negmatov

Academician of the AS RepUz,
doctor of technical sciences, professor, SUE "Fan va tarakkiyot",
Tashkent state technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Nodira Abed

*Doctor of technical sciences, professor,
Chairman of the SUE "Fan va tarakkiyot",
Tashkent state technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Azizbek Nasriddinov

*Applicant, SUE "Fan va tarakkiyot",
Tashkent state technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Sanjar Sultanov

*Senior Researcher, SUE "Fan va tarakkiyot",
Tashkent state technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Dilnavoz Kamalova

*PhD in technical sciences, SUE "Fan va tarakkiyot",
Tashkent state technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Разработан антикоррозионный композиционный материал на основе госсиполовой смолы и аминокспиртов для защиты металлических оборудования от агрессивных сред. Взаимодействие аминов жирными кислотами, содержащимися в госсиполовой смоле, могут давать диапазон различных веществ, как за счет взаимодействия с основным продуктом, так и между собой, поэтому выделение в чистом виде продукта реакции сложно. Вещества данной группы исследовались как ингибитор коррозии.

ABSTRACT

An anticorrosive composite material based on gossypol resin and amino alcohols has been developed to protect metal equipment from aggressive environments. The interaction of amines with fatty acids contained in gossypol resin can give a range of different substances, both due to interaction with the main product and among themselves, therefore, the isolation of the reaction product in a pure form is difficult. Substances of this group have been studied as a corrosion inhibitor.

Ключевые слова: госсиполовая смола, моноэтаноламин, диэтаноламин, ингибитор, коррозия, степень защиты, скорость коррозии, солянокислая среда.

Keywords: gossypol resin, monoethanolamine, diethanolamine, inhibitor, corrosion, degree of protection, corrosion rate, hydrochloric acid environment.

Введение. Проблема защиты от коррозии оборудования и трубопроводов при добыче и транспортировки газа весьма актуальна, так как безопасность условий их эксплуатации и срок службы в значительной степени зависят от своевременного применения и качества проводимых антикоррозионных мероприятий. Самым доступным методом защиты оборудования для добычи и транспорта газа от сероводородной и углекислотной коррозий и кислотных обработок является ингибирование их поверхности. К сожалению, в стране потребность в ингибиторах в настоящее время удовлетворяется импортными ингибиторами, что вызвало необходимость поиска отечественных ингибиторов на основе доступного, местного сырья.

Для снижения затрат на получение ингибиторов коррозии следует по возможности использовать местное недефицитное сырье. Основываясь на том, что в Узбекистане имеются многочисленные источники сырья, пригодного для получения ингибиторов коррозии, на основе отходов вакуумной разгонки –

хлопковый соапстоков – госсиполовой смолы, нами были предприняты попытки разработать с их помощи эффективных композиционных ингибирующих материалов для защиты оборудования нефтегазодобывающей промышленности от коррозии.

Объект и методика исследования были выбраны госсиполовая смола, являющиеся отходом масложирового производства, жидкий аммиак, аминокспирты – моноэтоноламин ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), диэтаноламин ($\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$), триэтаноламин ($\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$), $\beta(\text{N},\text{N}$ -диэтиленаминолэтанолламин) ($(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$).

Процесс получения амидированной госсиполовой смолы проводился нами следующим образом: 100 гр госсиполовой смолы нагревали до температуры 80-100°C с перемешиванием в лабораторной мешалке и добавляли расчетное количество модификатора. Жирные кислоты, входящие в состав госсиполовой смолы, вступают в реакцию конденсации с модификатором с образованием модифицированной госсиполовой смолы.

В модифицированную госсиполовую смолу постепенно вводили по определенному расчету количество аминоспирта в соотношении 2:1, 4:1, 10:1 потом нагревали в течение часа при перемешивании лабораторными мешалками, в результате чего образовалась густая амидированная госсиполовая смола.

Результаты исследования и их анализ в лаборатории «Механохимическая технология композиционных материалов» ГУП «Фан ва тараккиёт» ТашГТУ совместно с ООО «KOMPOZIT NANOTEKNOLOGIYASI» на основе отобранных на Янгиулском масложир комбинате отходов госсиполовой смолы был получен композиционный препарат ингибитор коррозии. Госсиполовая смола как было, показано выше образуется на масложировых комбинатах в большом количестве как вторичное сырье.

Химический состав госсиполовой смолы [1, 2] неоднороден и до настоящего времени из-за своей изменчивости до конца не установлен. Основой госсиполовой смолы являются свободные жирные кислоты, далее полимеризованные жирные кислоты, а

также госсипол и продукты его термического и химического превращения за счет поликонденсации с аминокислотами, углеводами и другими компонентами, присутствующими в хлопковом семени. Молекула госсипола представляет собой шестиатомных диальдегидофенол гомолого 2,2-бинафтила. Вещество растворимо в большинстве органических растворителей и практически не растворимо в воде.

Как многоатомный фенол госсипол способен давать ряд производных за счёт гидроксильных. При обработке госсипола растворимыми щелочами образуются растворимые в воде госсиполяты (натрия, калия, аммония), которые разрушаются с выделением свободного госсипола при действии минеральных кислот [1].

Госсиполовая смола - представляет собой черную, густую, вязкую и липкую массу, удельного веса 0,90-0,91 г/см³, влажность не выше 0,3%.

Физико-химические характеристики госсиполовой смолы приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-химические характеристики отдельные фракции госсиполовой смолы

№	Фракции	Выход, % к весу госсипола	T _{пл} , C°	Цвет	Состав фракции
1	Не омыляемая часть	21-24		Темно-коричневый	Углеводороды C ₂₇ , C ₂₈ , C ₂₉ , C ₃₀ , C ₃₁ , C ₃₂
2	Жирно-кислотная часть	52-57		Черное, маслообразное в-во	Спирты и цито стерин Жирные кислоты C ₁₆ - C ₁₈
3	Фенольная часть	22-24	180-181	От коричневого до темно-коричневого	Фенолы

Из таблицы 1 видно, что в состав смолы входит примерно 60% жирных кислот, значительную часть которых составляют ненасыщенные высокомолекулярные кислоты, а именно олеиновая и линолиновая кислоты. В качестве второго компонента для получения композиционных ингибиторов коррозии использованы аминоспирты (моно и диэтаноламин),

производство которых освоено отечественной промышленностью и не является дефицитным [3]. Используемые для получения ингибитора коррозии аминоспирты представляют собой густую, маслянистую жидкость, смешиваются во всех пропорциях с водой и спиртами [4]. Основные физико-химические характеристики аминоспиртов приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Физико-химические характеристики аминоспиртов

Аминоспирты	Удельный вес, г/см ³	Температура кипения, C°	Растворимость
Моноэтаноламин	1,017	170,5	Растворяются в воде и спиртах
Диэтаноламин	1,0966	269,0	Растворяются в воде и спиртах

Второй компонент композиций – аминоспирты являются бифункциональными соединениями, при их взаимодействии с вышеуказанными кислотами возможно протекание двух различных реакций:

где R-C₂H₅. n-1, 2, 3

Состав и свойства госсиполовой смолы зависят от качества исходного сырья, соблюдения технологических режимов разложения жиров, глубины дистилляции полученных жирных кислот и других факторов.

Процесс синтеза получения амидированной госсиполовой смолы проводился нами следующим образом: 100 гр обезвоженной госсиполовой смолы нагревали до температуры 160-200°C с перемешиванием в лабораторной мешалке и добавляли расчетное количество модификатора. Жирные кислоты, входящие в состав госсиполовой смолы, вступают в реакцию конденсации с модификатором с образованием модифицированной госсиполовой смолы.

В модифицированную госсиполовую смолу постепенно вводили по определенному расчету количество аминспирта в соотношении 2:1, 4:1, 10:1 потом нагревали в течение часа при перемешивании лабораторными мешалками, в результате чего образовалась густая амидированная госсиполовая смола. При взаимодействии модифицированной госсиполовой смолы с моноэтаноламином образуется аминоксодержащая модифицированная полимеризованная госсиполовая смола по схеме:

1-стадия:

Полимеризованная госсиполовая смола

2-стадия:

Аминосодержащие полимеризованные госсиполовые смолы условно назвали ПГС (полимеризованная госсиполовая смола). Препарат был поставлен в виде 20% раствора в органическом растворителе (очищенный газоконденсат месторождения Шуртан) и представляет собой темную подвижную жидкость с характерным запахом растворителя. В более конкретном виде взаимодействие высших карбоновых кислотных эфиров, входящих в состав госсиполовой смолы с аминспирами (моноэтаноламин) протекает по следующим схемам [5]:

Как видно из вышеприведенной формулы протекает, что взаимодействие аминов жирными кислотами, содержащимися в госсиполовой смоле, могут давать диапазон различных веществ, как за счет взаимодействия с основным продуктом, так и между собой, поэтому выделение в чистом виде продукта реакции сложно. Вещества данной группы исследовались как ингибитор коррозии.

Вывод: Таким образом, на основе госсиполовой смолы и аминспиртов можно разработать антикоррозионные композиционные материалы для защиты металлических оборудования от агрессивных сред.

Список литературы:

1. Ржехин В.П. «Госсипол и его производные». Изд. ВНИИЖа. Л. 1975.
2. Слозина Г.З., Ржехин В.П. и др. Труды ВНИИЖа. вып. XXV. Л. 1998.
3. Краткая химическая энциклопедия. Том 5. стр.1026. М. 1991.
4. Маркман А.Л., Ржехин В.П. и др. «Госсипол и его производные». Пищпром. М. 1995.
5. Краткая химическая энциклопедия. М. Том 1. стр.709. 1991.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ПОВЕРХНОСТИ И ЭЛЕМЕНТОВ ПРОФИЛЕЙ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

Хаджимухаметова Матлуба Адилловна

*канд. техн. наук, доцент начальник заочного отдела,
Ташкентский государственный университет транспорта,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

A MODERN APPROACH TO THE FORMATION OF SURFACE AND ELEMENTS OF SORTING SLIDE PROFILES

Matluba Xadjimuxametova

*PhD in Engineering Science,
Associate Professor Head of the Correspondence Department
Tashkent State University of Transport,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье предложен уникальный подход к проектированию плана и профиля сортировочной горки. Для формирования поверхности земляного полотна в поперечном сечении предлагается использовать однолепестковые и двухлепестковые гиперболические параболоиды (гипары), а также, предложена форма гиперповерхности сортировочной горки, в которой направляющей является кривая с отрицательной гауссовой кривизной, а образующей является парабола (кривая положительной кривизной)

ABSTRACT

The article proposes a unique approach to designing the plan and profile of the hump. To form the surface of the subgrade in cross-section, it is proposed to use one-leaf and two-leaf hyperbolic paraboloids (hypars), and also, the form of the hypersurface of the hump is proposed, in which the guide is a curve with a negative Gaussian curvature, and the generator is a parabola (a curve of positive curvature)

Ключевые слова: сортировочная горка, продольный профиль, кривая, Гауссова кривизна, вагон, траектория, поперечный уклон, земляное полотно.

Keywords: sorting slide, longitudinal profile, curve, Gaussian curvature, wagon, trajectory, transverse slope, subgrade.

Состояние вопроса. На железнодорожном транспорте для выполнения сортировочной работы широко используются специальные устройства, среди которых основными являются сортировочные горки. В настоящее время сортировочная горка – это самый сложный комплекс технических сооружений, систем и устройств, реализующий современные достижения в области технологии, управления транспортными объектами.

В настоящее время на сортировочных станциях АО «Узбекистон темир йуллари», где работают сортировочные горки, основные параметры рассчитываются согласно нормам Инструкции по проектированию станций и агрегатов (ИССУ) 1978 г., хотя в 1992 г. применялась методика был разработан и внедрен, что позволяет более детально подходить к расчету параметров сортировочных устройств [6].

Опыт эксплуатации горбов показывает, что в настоящее время проблема качества использования гусениц сортировочных станций остается нерешенной до конца [3,4,5]. Значительное количество порезов не доходит до машин, стоящих на рельсах, образуя «окна». При этом отмечается довольно большое количество случаев столкновений с недопустимо высокими скоростями, при этом часто повреждаются вагоны и грузы. Согласно официальной статистике, из общего количества автомобилей, поврежденных на станциях сети, около 70% выведены из строя на неровностях [7] и значительно увеличилось количество случаев повреждения автомобилей [3, 8].

В последние годы было сделано много работ в области совершенствования сортировочных горок, в частности, С.А. Бессоненко исследовал вопросы оптимизации основных параметров сортировочной

горки [11]; расчета уклона второй тормозной позиции по вероятности трогания отцепов с места в случае остановки при торможении [12]; расчета средней скорости движения отцепов на участке спускной части сортировочной горки [13]. В.И. Смирновым проделаны исследования в области влияния инерции вращения колес на скорость скатывания отцепов на сортировочных горках [14]; также В.И. Смирнов исследовал воздушное сопротивление движению отцепов на сортировочных горках [17], скатывание отцепов с сортировочной горки при различных температурных режимах [18].

Оптимизация величин уклонов спускной части горки представляет собой весьма сложную задачу, при решении которой необходимо учитывать особенности динамики скатывания отцепов с различными ходовыми качествами, а также обеспечить выполнение всех конструктивных и технологических требований к проекту сортировочной горки.

При решении указанной задачи используются различные критерии оптимальности продольного профиля, от выбора которых в значительной мере зависит эффективность функционирования сортировочной горки. Так, в [1] оптимальной считается конструкция горки, которая обеспечивает минимальную величину горочного технологического интервала, хотя, время расформирования состава является одним из основных показателей сортировочного процесса, так имеются и другие немаловажные учитываемые факторы.

С целью интенсификации сортировочного процесса путем увеличения скорости роспуска составов в ряде работ профиль спускной части горки рекомендуется проектировать ступенчатым (см., например, [2]). Однако, как показали исследования [3], ступенчатый профиль сортировочной горки не обеспечивает условий пропуска длиннобазных вагонов, приводит к значительному дополнительному вертикальному смещению осей автосцепок и их силовому взаимодействию на спускной части горки и поэтому не может считаться целесообразным, исходя из условий сохранности подвижного состава.

Оптимизация параметров горки по критерию минимума потребной мощности замедлителей спускной части [7] при скатывании очень хорошего бегуна (ОХ) также не позволяет установить наилучший профиль. При решении данной задачи необходимо учитывать динамику скатывания не одного вагона ОХ, а всего потока отцепов с различными ходовыми качествами при определенных режимах торможения, обеспечивающих надежное разделение отцепов на стрелках. При этом, изменение

режима торможения может потребовать существенного увеличения потребной мощности тормозных позиций. Минимизация мощности парковой тормозной позиции [12] также не является наилучшим критерием оптимизации продольного профиля горки, поскольку основные энергетические затраты на торможение отцепов зависят не от величины погашаемой мощности, а от числа включений замедлителей [9].

В [10, 11] рассмотрена возможность оптимизации профиля головной части горки при использовании в качестве критерия скорости роспуска. Оптимизация может быть выполнена по условию равенства расчетной скорости роспуска для ограничивающих разделительных элементов – 1-й разделительный стрелочный перевод (РСП) и замедлителей верхней тормозной позиции (ВТП).

В работе [17] параметры профиля горки предложено оценивать степенью его вогнутости, которая зависит от значений уклонов и длин отдельных его элементов. Указанную характеристику предлагается оценивать коэффициентом вогнутости, который представляет собой отношение площади продольного сечения и существенно влияет на скорость движения плохого бегуна в расчетной точке. Полученные результаты целесообразно учитывать при проектировании новых и реконструкции существующих сортировочных горок.

С целью сокращения энергетических затрат на расформирование составов в [19] оптимизацию профиля предложено выполнять по критерию минимума погашаемой энергии на парковой тормозной позиции (ПТП). В то же время, уменьшение торможения на ПТП может привести к необходимости увеличения потребной мощности тормозных позиций на спускной части горки.

В серии работ [1-5, 10-14, 16, 19] элементы продольного профиля горба приняты как прямолинейно сопряженные вертикальные кривые, в то же время в [12, 18] показано, что продольный профиль уклона горки от верха до первого положения торможения должен соответствовать брахистохроне, т. е. кривой наиболее быстрого качения, когда скорость на выходе ограничена максимально допустимой скоростью резов, поступающих в замедлители схватывания автомобиля.

Таким образом, как показывает анализ, проблема оптимизации уклонов продольного профиля горки еще не получила окончательного решения.

Основная часть. Продольный профиль горба можно представить в виде гравитационного устройства, профиля горба, вагонов, зубчатых колес и тормозов [5].

Рисунок 1. Схема плана и профиля сортировочной горки

Преобразование энергии гравитации в кинетическую энергию движения осуществляется на скоростном участке, который в отличие от прямолинейной траектории наклонного пути может иметь любую задаваемую траекторию.

В этой связи интерес представляет траектория спуска вагонов, в которой элементы продольного профиля выполнен в виде единой кривой наискорейшего спуска - брахистохроны, представляющей

собой перевернутую дугу циклоиды [19, с. 59] (АСВ), которая образуется при качении производящего круга с радиусом r по направляющей прямой АЕВ без скольжения при изменении угла поворота круга φ от 0 до 2π (рис. 2). Брахистохрой является любой участок циклоиды — от ее начала в точке А до ее конца в точке С (С', С'') [22].

Рисунок 2. Кривая наискорейшего спуска

Спуск вагона под действием силы тяжести по кривой АС или по любой ее части (например, А'С') всегда будет происходить быстрее, чем по соответствующей прямой, соединяющей концы кривой, поскольку скорость спуска по брахистохроне всегда выше, чем скорость спуска по наклонной прямой.

Теперь рассмотрим возможности использования оболочек отрицательной гауссовой кривизны для формирования продольного профиля путей сортировочной горки.

К оболочкам отрицательной гауссовой кривизны относят оболочки, очерченные по поверхности гиперболического со сторонами $2a$ и $2b$, заданного параболой, выпуклой кверху [16], со стрелой подъема f_1 над стороной $2a$ и параболой, выпуклой книзу, со стрелой провеса f_2 над стороной $2b$ (см. рис.3).

Уравнение поверхности в общем виде гиперболического параболоида имеет вид [16]:

$$z = f_1 \left(\frac{x}{a} \right)^2 - f_2 \left(\frac{y}{b} \right)^2 \quad (1)$$

Рисунок 3. Гиперболический параболоид

Оболочки - это криволинейные поверхности. Геометрические и статические свойства оболочек зависят от их кривизны и непрерывности. Знак кривизны зависит от расположения центров

радиусов кривизны по отношению к поверхности. Когда центры расположены по одну сторону от нее, K имеет положительное значение, с обеих сторон - отрицательное (рис. 4).

Рисунок 4. Поверхности двоякой положительной (а), отрицательной (б) кривизны

Типичным примером поверхности отрицательной кривизны является гиперболический параболоид,

образованный перемещением параболы с ветвями вверх по параболе с ветвями вниз (рис. 5).

Рисунок 5. Гиперболический параболоид
 1 - парабола вершиной вверх (образующая); 2 - парабола вершиной вниз (направляющая);
 3 - генераторы прямые; 4 - пространственный четырехугольник – гипар

Для обеспечения быстрого скатывания вагонов и отцепов по поверхности горки нами предлагается в гиперболическом параболоиде, параболу (рис.5.2) с вершиной в низ это будет направляющей, заменить на брахистохрону, в итоге для проектирования поверхности сортировочной горки получим оболочку отрицательной гауссовой кривизны (рис. 6).

Для проектирования сортировочной горки выбираем одну половину полученной оболочки от седловой точки брахистохроны (для направления сортировки слева на право- левую половину, а для сортировки справа на левую -правую).

Рисунок 6. Оболочки отрицательной гауссовой кривизны

В соответствии с [16], поперечный профиль земляного полотна в пучке необходимо устраивать односкатным (либо двускатным) с уклоном 0,02 (рис.7,а).

Рисунок 7а. Поперечный профиль пучка сортировочного парка

Рисунок 7 б. Продольный профиль пучка сортировочного парка

Поперечный уклон пучка достигается путем изменения уклонов продольного профиля (за счет изменения толщины балластной призмы) после пучковой стрелки на каждом сортировочном пути. Очевидно, что максимальный поперечный уклон будет при условии проектирования крайних путей пучка, соответственно, с максимальным и минимальным допустимыми продольными уклонами, т.е. $i_{с31} = 2,5 \text{ ‰}$ и $i_{с38} = 1,5 \text{ ‰}$ (см. рис. 7, б). При этом, как показал анализ, обеспечить уклон $i_{п} = 20 \text{ ‰}$ по верху балласта при существующих ограничениях уклонов продольного профиля не представляется возможным. Расчетами установлено, что уклон по верху балласта перед парковой тормозной позицией при 8 путях в пучке не превышает $2,5 \dots 4 \text{ ‰}$, в зависимости от числа путей в пучке и расстояния между пучковой стрелкой и парковой тормозной позицией. Указанные отличия вызваны особенностями конструкции поперечного профиля сортировочного парка, которая влияет на продольный профиль путей. Это можно устранить использованием поверхности отрицательной гауссовой кривизны для формирования профиля земляного полотна. Для формирования поверхности земляного полотна могут применяться

однолепестковые и многолепестковые гипары (гиперболические параболоиды) [21] (рис.8 а,б). Срединную поверхность однолепесткового гипара рассчитывают по формуле:

$$z = C_0xy + C_1x + C_2y + C_3, \quad (2)$$

где $C_0 \dots C_3$ - константы, которые находятся из известных аппликаций четырех углов оболочки.

Поверхности, показанные на рисунке 8, можно получить, перемещая прямую (образующую), пересекающую две пересекающиеся прямые (направляющие), указанные в [16]. Во время движения образующая остается параллельной одной из вертикальных координатных плоскостей. Направляющие могут быть прямыми линиями, проходящими по любым двум противоположным сторонам плана. Тогда исходное положение генератора можно принять как проходящее по одной из двух других сторон. В сечении поверхности вертикальными плоскостями, не параллельными координатным, лежат параболы. Параболы одного семейства выпуклые вниз, параболы другого - выпуклые вверх.

Рисунок 8. Однолепестковые гипары

Поверхности с оболочками отрицательной гауссовой кривизны, с криволинейными поверхностями второго порядка (гиперболический параболоид) применяются двух разновидностей: в одном случае — сторонам контура основания параллельны линии главной кривизны поверхности (рис.8а); в другом -

линии главной кривизны поверхности направлены вдоль диагоналей основания (рис.8 б).

При этом, по параболам вершиной вверх могут определяться отметки осей путей по мере их удаления от вершины горки (рис.9).

Рисунок 9. Поперечные сечения профилей путей сортировочного парка

В итоге получается гиперповерхность сортировочной горки, где направляющей является брахистохрона (кривая с отрицательной гауссовой кривизной), а образующей - парабола (кривая положительной кривизной).

Анализ показал, что в исследованиях посвященных влиянию продольного профиля на условия работы горок, как правило, рассматривается только расчетный трудный путь [16], не учитываются особенности динамики скатывания на остальные пути сортировочного парка, профили которых достаточно существенно отличаются друг от друга. Предлагается для каждого пути сортировочного парка определять высоту горки (H_g) в соответствии с погашаемой ими энергии при скатывании вагонов от вершины горки до расчетной точки по формулам [16].

Следует отметить, что формула определения высоты горки [1.2,6], подразумевает движение вагонов и отцепов в вертикальной плоскости (ХОЗ), хотя учитываются сопротивления от кривых и стрелок в горизонтальной плоскости (ХОУ). При моделировании движения вагонов по путям сортировочной горки в пространстве (ХYZO) требуется учет изменений элементов профиля сортировочной горки и в поперечном профиле. В общем случае в задачах геометрического моделирования сложных объектов, проектируемые кривые не могут быть записаны в виде уравнения $y = f(x)$ с использованием обычных однозначных функций. Кривые осей путей могут иметь вертикальные касательные, что тесно связано с многозначностью функций. Поэтому в проектировании поверхности сортировочной горки роль играет параметрическое представление участков кривых [16,23]. Параметризация осуществляется заданием декартовых координат точки кривой как функций некоторого параметра [23]:

$$x = x(u), y = y(u), z = z(u), a \leq u \leq b$$

Для задания кривых используют параметрическое уравнение в векторной форме:

$$r = r(u) = x(u)e_1 + y(u)e_2 + z(u)e_3$$

где $r = \{x, y, z\}$ - радиус-вектор точки на кривой;

e_1, e_2, e_3 - орты координатных осей;

u - параметр точки на кривой.

В качестве параметра u выбирается переменная, относительно которой удобно будет задать искомые функции: длину дуги, номер узловых точек, полярный угол, параметр времени и др. Параметрический метод задания кривых путей на сформированной поверхности горки имеет следующие преимущества:

- более простое вычисление координат характеристических точек;
- упрощение расчетов при стыковках кривых и прямых элементов путей;
- упрощение расчетов, связанных с определением элементов профиля сортировочной горки и моделированием движения вагонов и отцепов по смоделированной трехмерной поверхности сортировочной горки.

Выводы:

Исходя из проведенного анализа, можно сделать следующие выводы:

- в исследованиях посвященных влиянию продольного профиля на условия работы горок, рассматривается только расчетный трудный путь, не учтены особенности динамики скатывания на остальные пути сортировочного парка, профили которых достаточно существенно отличаются друг от друга;
- для формирования поверхности земляного полотна в поперечном сечении предлагается использовать однолепестковые и двухлепестковые гипары (гиперболические параболоиды);
- предложена форма гиперповерхности сортировочной горки, в которой направляющей является брахистохрона (кривая с отрицательной гауссовой кривизной), а образующей является парабола (кривая положительной кривизной);
- предлагается для каждого пути сортировочного парка определять H_g в соответствии с погашаемой ими энергии при скатывании вагонов от вершины горки до расчетной точки.

Список литературы:

1. Бессоненко С.А. Принципы оптимизации параметров горки. // Транспорт: наука, технологии, управление. 2010. - №5. - С.17-20.
2. Федотов Н.И. Устройство сортировочных горбов: Учебное пособие. пособие / Н.И. Федотов // Новосибирск: НИИЖТ, 1981. - 83 с.
3. Модин Н.К. Безопасность эксплуатации горочных устройств. М.: Транспорт, 1994. 172 с.
4. Тишков Л.Б. Теоретико-методические основы отработки алгоритмов расчета высоты, продольного профиля горбов и систем управления разгрузкой поездов // Вестник ВНИИЖТ. 1996. № 6. с. 22-26.
5. Тишков Л.Б., Рудановский В.М., Шейкин В.П. и другие. Повышение безопасности вагонов на сортировочных станциях // Железнодорожный транспорт. 1983. № 12. с. 7-13.
6. Правила устройства сортировочных устройств на железных дорогах СССР ВСН 207-89 [Текст]. - М.: Транспорт, 1992. - 104 с.
7. Рудановский В.М. Оценка эффективности тормозных средств // В кн. Повышение эффективности горбов: Тр. ВНИИЖТа. Москва: Транспорт, 1980. Вып. 627 с. 88-104.
8. Тишков Л.Б., Рудановский В.М., Шейкин В.П. и другие. Повышение безопасности вагонов на сортировочных станциях // Железнодорожный транспорт. 1983. № 12. с. 7-13.
9. Оптимизация режимов торможения на срезанных неровностях: Монография // Бобровский В.И., Козаченко Д.Н., Божко Н.П., Рогов Н.В., Березовый Н.И., Кудряшов А.В. - Дн-Вс: Изд-во Маковецкий. 2010 г. - 260 с.
10. Божко Н.П. Исследование конструкций плана и профиля горок с помощью компьютера / Совершенствование транспортной техники и повышение пропускной способности железных дорог // Известия МИИТ, М., 1983. - №4. 736 с. 14-16.
11. Божко Н.П. Оптимизация конструкции продольного профиля горбинки. Совершенствование технических устройств и технологий управления процессом расформирования поездов на горке: Межвузов. Сидел. научный. тр. □ Днепропетровск: ДИИТ, 1986. с. 13-25.
12. Бессоненко С.А. Расчет скорости резания и мощности тормозных позиций с помощью вероятностных показателей // ВИНТИ. Транспорт: наука, технологии, менеджмент. 2006. № 5. - Ц 11 - 16.
13. Божко Н.П. Исследование влияния параметров, определяющих сопротивление движению автомобилей со стороны окружающей среды и ветра, на высоту сортировочной горки // Межвуз.Сб.науч.тр. «Механизация и автоматизация сортировочного процесса на станциях». - Днепропетровск, 1990. - 44 - 53.
14. Бородин А.Ф., Биленко Г.М., Олейник О.А., Бородин Е.В. Технология эксплуатации сортировочных станций / Под ред. А.Ф. Бородин. - М.: РГОТУПС, 2002. - 192 с.
15. Огарь А. Метод оптимизации значений уклонов элементов продольного профиля сортировочных горб [Текст] / А.Н. Огарь // Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті –2001. - №3. - С. 18-22.
16. Спенсер М. Нахождение полиномиального действительного корня в форме Бернштейна: доктор философии. докторская диссертация, кафедра гражданской инженерии, Университет Бригама Янга, 1994.
17. Смирнов В.И., Видюшенков С.А., Кухарева А.С. Динамические особенности катания вагонов с сортировочной станции // Вестник Петербургского университета путей сообщения. - СПб.: ПГУПС, 2019. - Т. 16, вып. 2. - С. 241–250. DOI: 10.20295 / 1815-588X-2019-2-241-250.
18. Кобзев В.А., Шмаль С.Н. Особенности расчета спусковой части горки методом координатного спуска // Наука и техника транспорта. 2014. № 1. С. 17–20.
19. Огарь А.Н. Методика оптимизации значений уклонов элементов продольного профиля сортировочных горок/ А.Н. Огарь // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2001.- №3.- С. 18-22.
20. Свод правил СП 387.1325800.2018. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий .Правила проектирования. Москва. Стандартинформ 2018 стр.
21. Тихомиров В.М. Рассказы о максимумах и минимумах. 2-е изд., испр.Москва, МЦНМО, 2006, 200 с.
22. Берман Г.Н. Циклоида. Москва, Наука, 1980, 112 с.
23. Алберг Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и ее приложения. – М.: Мир, 1972. – 318 с.

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-1.57-66

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАДАРА AWR1642**Серов Сергей Алексеевич**

студент,
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
РФ, г. Москва
E-mail: SerovSA@mpei.ru

Ряшенцева Вера Игоревна

студент,
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
РФ, г. Москва
E-mail: RiashentsevaVI@mpei.ru

Комаров Алексей Александрович

канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой РТПуАС,
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
РФ, г. Москва
E-mail: KomarovALA@mpei.ru

Ушков Андрей Николаевич

студент,
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
РФ, г. Москва
E-mail: UshkovAN@mpei.ru

FEATURES OF APPLICATION AWR1642 RADAR**Sergey Serov**

Student, National Research University "MPEI",
Russia, Moscow

Vera Ryashentseva

Student, National Research University «MPEI»,
Russia, Moscow

Alexey Komarov

Associated professor, Ph.D. of Engineering Sciences,
Head of Department of Radio Devices and Antenna Systems,
National Research University «MPEI»,
Russia, Moscow

Ushkov Andrey

Student, National Research University "MPEI",
Russia, Moscow

АННОТАЦИЯ

В статье анализируются принципы работы, основные технические характеристики и внутреннее устройство радара AWR1642, работающего в диапазоне СВЧ. Кроме того, рассмотрены вопросы программирования данного устройства и применяемых для этого инструментов и сред разработки, а также применяемые алгоритмы обработки сигналов. Рассмотрены возможности снятия с радара необработанной радиолокационной информации (а именно

IQ компонентов сигнала) и работы с данной информацией в средах математического моделирования (а именно пакете MATLAB). Рассмотрены возможности изменения параметров зондирующего сигнала без перепрограммирования РЛС, а также возможность применения данной системы для реализации РЛС с синтезированной апертурой антенны (РСА).

ABSTRACT

In this article describes the principles of operation, the main technical characteristics and the internal structure of the AWR1642 millimeter wave. In addition, the issues of programming this device and the tools and development environments used for this, as well as the applied signal processing algorithms. Considered the possibility capture the radar raw data (namely the IQ components of the signal) and this information is in numerical computing environment (namely MATLAB), considered the possibility of changing parameters of the received signal without reprogramming the radar. Affected as well as the possibility of using this system for the implementation of radar with a synthetic aperture antenna (SAR).

Ключевые слова: радиолокаторы, РЛС с синтезированной апертурой, радиоволны СВЧ, обработка радиолокационных сигналов.

Keywords: radar, SAR, millimeter wave, radar signal processing.

В настоящее время всё большую актуальность в быту и промышленности приобретают малогабаритные радиолокационные станции ближнего радиуса действия. Данные системы обладают массой перспектив в различных отраслях, например, автомобильная локация, системы контроля за производственными процессами, системы контроля за персоналом, охранные системы и т. д. Ключевая особенность данных систем – применение зондирующего сигнала СВЧ диапазона, который позволяет получить достаточно высокую точность обнаружения целей в радиусе действия РЛС [2].

Компания Texas Instruments ведёт работу над РЛС СВЧ диапазона с 2009 года [6]. За это время было разработано несколько тестовых прототипов и 4 поколения устройств, дошедших до серийного производства [4]. К ним относятся радары серии AWR и IWR: xWR1243, xWR1443, xWR1642 и xWR1843. Далее будет рассмотрено устройство радара модели AWR1642.

1. Технические характеристики и структура AWR 1642

В этой главе будет рассмотрено устройство радара AWR1642 с точки зрения его аппаратного и программного обеспечения. Данная часть работы призвана ввести читателя в курс дела и рассказать в общем о характеристиках данного устройства и его основных узлах.

Серия AWR - радары класса short-range. Подобные радары, вследствие применения в них зондирующего сигнала с частотами в СВЧ диапазоне, обладают невысокой дальностью действия, но имеют очень высокую разрешающую способность по углу и дальности [1]. Из документов [3, 4] известны основные характеристики AWR1642 (таблица 1).

В AWR1642 применяется линейно частотно-модулированный продолжительный сигнал (frequency modulated continuous wave, FMCW). Частота сигнала линейно меняется во времени от 76 ГГц до 81 ГГц. Данный вид зондирующего сигнала даёт высокое разрешение на расстоянии от нескольких сантиметров до 200 метров.

Таблица 1.

Технические характеристики AWR1642

Характеристика	Значение	Комментарий
Диапазон частот	76 - 81 ГГц	
Промежуточная частота	< 5 МГц	В зависимости от параметров ЛЧМ
Частота дискретизации	< 40 МГц	Изменяется пользователем
Максимальное разрешение по дальности	3 см	
Максимальное разрешение по углу	1°	
Максимально регистрируемая скорость	300 км/ч	
Потребляемая мощность	30 мВт – 2.7 Вт	Мощность в режиме простоя и режиме зондирования
Максимальная излучаемая мощность одной антенны	12 дБм	
Зондирующий сигнал	Линейная частотная модуляция (ЛЧМ)	Параметры сигнала изменяются пользователем
Ширина диаграммы направленности	15 - 90°	В зависимости от конфигурации антенн и частот сигнала

Структурная схема чипа AWR1642 приведена на рисунке 1.

На рисунке 1: АЦП – Аналого-цифровой преобразователь; МШУ – Малошумящий Усилитель; УМ – Усилитель Мощности; ПРМ – Приёмные антенны; ПРД – Передающие антенны; ФПЧ – Фильтр промежуточной частоты; ПДП – Интерфейс прямого доступа к памяти; Почтовый ящик – аппаратно-программный интерфейс обмена сообщениями между всеми цифровыми подсистемами; ОНАЦП – АЦП общего назначения; ПАМ – программно-аппаратное моделирование; Пр. ОЗУ – ОЗУ программ; Д. ОЗУ – ОЗУ данных.

Рисунок 1. Структурная схема чипа AWR1642

Чип AWR1642 объединяет в себе 3 подсистемы: радио-аналоговую, подсистему сигнального процессора и ведущую подсистему. Радио-аналоговая подсистема необходима для приёма и передачи зондирующего сигнала, а также перевода сигнала в цифровой вид. Причём вид цифрового представления сигнала может быть изменен разработчиком. Например, изменяется разрядность данных, количество выборок АЦП и т. д. За это отвечают цепи коррекции данных АЦП [14].

Для обработки сигнала с выходом АЦП связана подсистема сигнального процессора. Подсистема сигнального процессора выполняет обработку различного уровня, от БПФ до обнаружения целей на фоне шумов (например, обнаружение с постоянной вероятностью ложный тревог) [4, 5].

С двумя вышеописанными подсистемами связана ведущая подсистема. Она управляет и конфигурирует, как радио-аналоговую подсистему (например, управляет изменением параметров зондирующего сигнала в реальном времени), так и подсистему сигнального процессора (например, возможна смена алгоритмов обработки и типа самой обработки). Кроме того, ведущая подсистема выполняет отслеживание и классификацию целей, обнаруженных подсистемой сигнального процессора, и обеспечивает пересылку

данных через один из последовательных интерфейсов (например, CAN или UART) [3, 14].

2. Программирование радара

Программное обеспечение данного радара весьма обширно и включает в себя: системы отладки, программирования и взаимодействия с ПК, инструменты разработки и SDK, операционную систему (RTOS-SYBIOS), драйверы утилиты, алгоритмы, средства взаимодействия между подсистемами, средства устранения ошибок и профилирования.

Главным инструментом программирования радара AWR1642 является интегрированная среда разработки Code Composer Studio (CCS). Данная среда имеет множество возможностей для разработки, например, текстовый редактор, компилятор для различных серий микроконтроллеров и сигнальных процессоров, симулятор, эмулятор и так далее. CCS позволяет создавать прошивки для ведущей подсистемы и подсистемы сигнального процессора, а также тестировать и отлаживать их. Программирование ведётся на языке C, некоторые конфигурационные файлы пишутся на языке JavaScript. Допускается вставки из языка ассемблер.

Вторым по значимости инструментом является SDK миллиметровых волн (MMWAVE SDK). Он представляет собой набор уже готовых драйверов, утилит и алгоритмов с открытым исходным кодом,

а также инструментов для взаимодействия с радио-аналоговой подсистемой [5].

Драйверы - это инструменты, позволяющие разработчику взаимодействовать с периферийными устройствами радара, например, портами UART или GPIO без прямого контакта с аппаратной частью, что существенно облегчает процесс программирования.

Утилиты представляют собой программы, расширяющие возможности цифровой системы радара, например, утилита CLI позволяет создавать интерфейс командной строки на базе одного из портов UART.

Алгоритмы - это уже готовые к применению инструменты для обработки радиолокационных сигналов. Доступны различные алгоритмы обнаружения

целей на фоне шумов, адаптированные под сигнальные процессоры, алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ), алгоритмы действия с массивами данных, алгоритмы определения углового положения цели и кластеризации точек. Отдельно стоит отметить алгоритмы, предназначенные для выполнения на микропроцессорном ядре, а именно алгоритмы отслеживания целей. Все эти алгоритмы призваны обеспечить функционирование цепи обработки радиолокационных сигналов, показанной на рисунке 2.

На рисунке 2: RF Front End – радио-аналоговая подсистема; ADC – Аналого-цифровой преобразователь (АЦП); Pre-Processing – цифровая фильтрация; 1st Dim FFT – 1-го мерное БПФ (расчёт расстояний); 2nd Dim FFT – 2-го мерное БПФ (выделение доплеровской составляющей); 3rd Dim FFT – 3-ёх мерное БПФ (определение угла прихода сигнала); Detection – алгоритмы обнаружения; Clustering – кластеризация обнаруженных точек; Tracking – отслеживание целей; Object Classification – классификация целей.

Рисунок 2. Обработка радиолокационных сигналов в программах от TI [8]

Следующим инструментом программирования является операционная система реального времени - TI RTOS. Это операционная система от TI с открытым исходным кодом. Она обеспечивает механизмы межпоточного взаимодействия, планирования задач и обработки исключений. Ядро данной операционной системы носит название SYS-BIOS [10].

Ещё одним важным инструментом является инструмент XDC Tools. Он представляет собой набор инструментов для облегчения программирования сигнальных процессоров от TI [9].

3. Работа с необработанными данными АЦП

Встраиваемые цифровые системы (микропроцессоры, сигнальные процессоры) плохо подходят для математического моделирования различных алгоритмов обработки сигналов. В связи с этим возникает необходимость написания данных алгоритмов в средах математического моделирования, таких как пакет MATLAB. Написание алгоритмов в этих средах даёт возможность тестировать их работоспособность на разных входных данных, не задумываясь об аппаратной реализации. Однако при этом возникает

необходимость снятия с радара, для которого предназначены алгоритмы, «сырых» необработанных данных. Это глава будет посвящена оценке возможности снятия необработанных данных с радара AWR1642 без использования дополнительных аппаратных средств.

Вначале определим в каком виде находятся необработанные данные. В данной модели радара сигнал находится в виде синфазной и квадратурной компонент. После приёмной антенны сигнал попадает на гетеродин, выполненный в виде квадратурного смесителя и аналоговых фильтров (по одному фильтру на I и Q канал), где переносится на нулевую частоту и после фильтрации приобретает вид:

$$\dot{S}(t) = I(t) + j \cdot Q(t)$$

где j – мнимая единица, I – синфазная составляющая, Q – квадратурная составляющая, $\dot{S}$ – комплексное представление сигнала

Для снятия данных проведём теоретический расчёт количества необработанных данных АЦП в одной пачке импульсов ЛЧМ сигнала. Для этого

зададимся начальными значениями (взяты наиболее часто встречающиеся значения):

$NumOfADCSamples = 128$ - количество выборок АЦП на один импульс ЛЧМ

$NumChirpsPerFrame = 128$ - количество импульсов в пакке

$NumTx = 2$ - количество задействованных передающих каналов

$NumRx = 4$ - количество задействованных приёмных каналов

$CplxSizeInBytes = 4$ - размер комплексного числа в байтах (для представления действительной и мнимой части используем 16-ти разрядные целые числа)

Таким образом количество данных в байтах на одну пачку:

$$FrameSize = NumOfADCSamples \cdot NumChirpsPerFrame \cdot NumTx \cdot NumRx = 524\,288 \text{ Б} = 512 \text{ кБ}$$

Теперь сопоставим данное значение с максимальной скоростью, которую в состоянии поддерживать встроенный интерфейс UART:

$$UARTSpeed = 921600 \frac{\text{бум}}{\text{с}}$$

Перейдём к скорости передачи полезных бит, взяв минимально возможное количество служебных (8 информационных, 1 старт и 1 стоп бит):

$$\begin{aligned} \text{RealUARTSpeed} &= \frac{8}{8+1+1} \cdot \text{UARTSpeed} = \\ &= 737280 \frac{\text{бум}}{\text{с}} = 92160 \frac{\text{Б}}{\text{с}} = 90 \frac{\text{кБ}}{\text{с}} \end{aligned}$$

Сразу оговоримся, что в расчёте мы пренебрегаем скоростью передачи данных АЦП через сигнальный процессор в ведущую подсистему, так как при этом используются высокоскоростные интерфейсы передачи данных с прямым доступом к памяти (DMA и EDMA¹) [12]. В связи с чем время передачи ничтожно мало по сравнению с временем передачи по UART.

Таким образом время передачи одной пачки:

$$t = \frac{FrameSize}{\text{RealUARTSpeed}} = 5,6(8) \text{ с} \approx 5,7 \text{ с}$$

Теперь сравним эту цифру с периодом следования пачек импульсов (см. рисунок 3), типичное значение которого 50 мс.

Рисунок 3. Структура пачки импульсов [7]

Как видно в стандартной конфигурации радара период следования пачек импульсов гораздо больше времени передачи пачки по UART (50 мс против 5,7 с). Стоит отметить, что период следования пачек можно увеличить до примерно 1,3 с, большее значение не поддерживается. Таким образом, снять необработанные данные в реальном времени можно только уменьшив количество данных (например, количество импульсов в пачке или количество отсчётов АЦП на импульс), то есть соответственно ухудшив качество зондирования, либо изменив диаграмму направленности приёмопередатчика (изменив количество задействованных антенн).

Для снятия данных с АЦП была выбрана следующая конфигурация зондирующего сигнала:

$$FramePeriod' = 1,3 \text{ с}$$

$$NumChirpsPerFrame' = 28$$

Остальные параметры сигнала остались без изменений.

Таким образом размер одной пачки необработанных импульсов ЛЧМ с выхода АЦП составляет:

$$\begin{aligned} FrameSize' &= NumOfADCSamples \cdot \\ &\quad NumChirpsPerFrame' \cdot \\ &\quad NumTx \cdot NumRx = 114\,688 \text{ Б} = 112 \text{ кБ} \end{aligned}$$

Таким образом время передачи составит:

$$t' = \frac{FrameSize'}{\text{RealUARTSpeed}} \approx 1,244 \text{ с}$$

Для обработки получаемых данных была написана программа в среде MATLAB. С помощью неё был осуществлён захват данных с последовательного порта и получены следующие графики:

¹ От англ. *Direct Memory Access, Enhanced Direct Memory Access* – прямой доступ к памяти (ПДП), улучшенный прямой доступ к памяти

Рисунок 4. Выборки АЦП

На данных графиках изображены необработанные данные АЦП в виде синфазной и квадратурной составляющей. Графики демонстрируют зависимость амплитуды сигнала от номера отсчёта. Графики в увеличенном масштабе приведены на рисунке 5. Стоит обратить внимание на то, что данные графики

не являются временной диаграммой, так как АЦП работает только в определённые промежутки времени, запрограммированные разработчиком (обычно это участок, на котором частота излучённого сигнала линейно возрастает).

Рисунок 5. Выборки АЦП (крупно)

Для восстановления непрерывного аналогового сигнала пропустим данные отсчёты через сглаживающий фильтр, в качестве которого используем цифровой ФНЧ 19-ого порядка (КИХ-фильтр с окном

Блэкмана) с частотной характеристикой, приведённой на рисунке 6. Предварительно проведём линейную интерполяцию сигнала с целью поднять частоту дискретизации с 2.5 МГц до 100 МГц.

Рисунок 6. АЧХ цифрового ФНЧ

Был выбран фильтр с частотой среза примерно 8 МГц, так как согласно документам [3, 4] промежуточная частота составляет менее 5 МГц. Результаты применения фильтра приведены на рисунках 7 и 8.

Рисунок 7. Выборки АЦП после интерполяции и фильтрации

Рисунок 8. Выборки АЦП после интерполяции и фильтрации (крупно)

Сигнал после фильтрации искажен и сдвинут по фазе. Высокочастотные пульсации сигнала сглажены. Что и соответствует нашим ожиданиям

3. Применение радара в автомобильной промышленности

В автомобильной промышленности всё большую актуальность приобретает область автономного (беспилотного) транспорта. В основном, применение радиолокаторов обусловлено решением задачи определения местоположения как стационарных, так и не стационарных объектов, их скоростей и углового положения. Однако, с недавних времен, радиолокаторы стали решать еще одну задачу — создание радиолокационной карты местности, получая, таким образом, всю необходимую информацию о лоцируемой поверхности.

Таким образом, актуально рассмотреть возможность применения платы AWR1642 на практике.

Отладочная плата AWR1642BOOST включает в себя антенну — полосковую антенную решетку, у которой четыре излучателя направлены на прием сигнала, а два — на передачу, которые способны отслеживать несколько объектов с помощью информации о расстоянии и угле. Такая конструкция антенны позволяет оценить расстояние и угловое направление до цели, что делает возможным обнаруживать объекты в трехмерном пространстве. Наглядно аналоговая часть устройства представлена на рисунке 1.

Пиковое усиление антенны составляет 10,5 дБ, что соответствует 11,2 раз. Усиление происходит в диапазоне от 76 до 81 ГГц. Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости (Н-плоскость) и в вертикальной (Е-плоскость) показаны на рисунках 9 и 10.

Рисунок 9. ДН антенны в горизонтальной плоскости

Рисунок 10. ДН антенны в вертикальной плоскости

По диаграмме направленности можно определить ширину главного луча. Например, на частоте 78 ГГц горизонтальная ширина луча: $\Delta\theta = \pm 28^\circ$. Вертикальная ширина луча: $\Delta\theta = \pm 14^\circ$.

Для демонстрации работы радара выбрана среда mmWave Visualizer, в которой выставлены такие параметры как:

- Частота кадров — скорость, с которой данные измерений отправлены с радара в среду mmWave Visualizer

- Разрешение по дальности — желаемое разрешение диапазона в метрах (минимальное расстояние между обнаруженными объектами)

- Максимальный однозначный диапазон — желаемый диапазон с шагом в 5 метров (максимальное расстояние, на котором будет находиться обнаруженный объект)

- Максимальная радиальная скорость — желаемая радиальная скорость в м/с (максимальная скорость, с которой перемещаются цели в освещенной области радара)

Рисунок 11. Визуализация

На рисунке 11 показаны обнаруженные в ходе эксперимента объекты в освещенном радаром пространстве.

Так как задача обнаружения объектов имеет не статичный, а динамичный характер (из-за движения различных целей в области освещения радара), то в задаче определения дальности, имеет место эффект Доплера. Облучаемые цели имеют радиальную скорость относительно устройства AWR1642boost, таким образом, излученный сигнал получает доплеровскую добавку частоты.

Далее, в радаре происходит сравнение частот, из которой путем некоторых преобразований получается информация о скорости целей.

Здесь, под сравнением имеется в виду сумма или разность частот. А именно, при отдалении цели от радара — доплеровская добавка частоты сдвигает частоту всего сигнала в сторону увеличения либо в сторону уменьшения, в зависимости от приближения цели к радару или отдалении соответственно. Так, получается, что при приближении цели к радару — на рисунке 10 скорость имела бы положительное значение, а при отдалении, наоборот, отрицательное.

Заключение

AWR1642 — это радарная система, заключенная в один корпус. Данное устройство содержит радиочастотную часть, позволяющую и принимать, и передавать сигнал в диапазоне 76-81 ГГц.

Такая широкая полоса частот наделяет радар рядом преимуществ. Например, точность на уровне миллиметрового диапазона, что позволяет обнаруживать цели сквозь любые погодные условия. Это обстоятельство подтверждает перспективу для его использования в автомобильной промышленности.

Кроме того, данная радарная система подходит для создания автомобильного радара бокового обзора [2], который достигается путем применения технологии синтеза антенной апертуры.

Синтезирование апертуры антенны представляет собой технологию, позволяющую существенно повысить разрешающую способность радиолокатора в ортогональном, относительно направления движения, положении и получить детальное изображение радиолокационной карты местности, которое проходит носитель этой системы [1].

Изображение, полученное при помощи радиолокатора с синтезированной апертурой по качеству сравнимо с фотоизображением, однако в отличие от использования пассивного датчика, активный — способен сканировать местность не зависимо от метеорологических условий и плохой освещенности.

Для того, чтобы сформировать радиолокационное изображение, необходимо дважды сжимать радиоголограммы по азимуту и по дальности. Это сжатие происходит путем быстрого преобразования Фурье и может происходить как во временной, так и в частотной областях. Система может включать в себя одну или несколько, как в данном случае, передающих и приемных антенн. Сканирование местности происходит в различных положениях вдоль направления движения транспортного средства. Зондирование осуществляется последовательно, при движении транспортного средства, посредством чего обеспечивается синтез апертуры антенны.

Транспортное средство, оснащенное такой радарной системой, будет располагать боковым обзором, и обладать эффективностью в различных метеорологических условиях.

Список литературы:

1. Басаков А.И., Жутяева Т.С. и Лукашенко Ю.И. Локационные методы исследования объектов и сред / ред. Басаков А.И. - Москва: Издательский центр "Академия", 2011 – 383 с.
2. Ряшенцева В.И., Серов С.А. рук. А.А. Комаров, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ») Система с синтезированной апертурой антенны для автомобильной промышленности // радиоэлектроника, электротехника и энергетика Двадцать шестая Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов (12–13 марта 2020 г.). – Москва, 2020 – с. 78.
3. AWR1642 Single-Chip 77- and 79-GHz FMCW Radar sensor // Texas Instruments. https://www.ti.com/lit/ds/sym-link/awr1642.pdf?ts=1604749826878&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F (01.12.2020).
4. IWR1x Industrial mmWave Sensors Portfolio Overview // Texas Instruments - https://training.ti.com/sites/default/files/docs/TI%20mmWave%20device%20overview_IWR14-16.pdf (01.12.2020).
5. MMWAVE SDK User Guide // Texas Instruments - https://e2e.ti.com/cfs-file/__key/communityserver-discussions-components-files/1023/7801.mmwave_5F00_sdk_5F00_user_5F00_guide.pdf (01.12.2020).
6. Texas Instruments The inside story of the world's first millimeter-wave radar system on chip, part 2 // news.ti.com. - OCT 06, 2020. - 11 23, 2020. - <https://news.ti.com/blog/2020/10/06/journey-innovation> (01.12.2020).
7. Programming Chirp Parameters in TI Radar Devices [Online] // Texas Instruments - <https://www.ti.com/lit/an/swra553a/swra553a.pdf> (01.12.2020).
8. AWR1843 Single-Chip 77- to 79-GHz FMCW Radar Sensor // Texas Instruments - https://www.ti.com/lit/ds/sym-link/awr1843.pdf?ts=1604820499669&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FAWR1843 (01.12.2020).
9. IWR1x Industrial mmWave Sensors Portfolio Overview // Texas Instruments - https://training.ti.com/sites/default/files/docs/TI%20mmWave%20device%20overview_IWR14-16.pdf (01.12.2020).
10. XDC Consumer User's Guide // Texas Instruments - <https://www.ti.com/lit/ug/spruex4/spruex4.pdf> (01.12.2020).
11. TI-RTOS Kernel (SYSBIOS) User's Guide // Texas Instruments - <https://www.ti.com/lit/ug/spruex3v/spruex3v.pdf> (01.12.2020).
12. AWR18xx/16xx/14xx/68xx Technical Reference Manual // - https://www.ti.com/lit/ug/swru520e/swru520e.pdf?ts=1604766303016&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FAWR1843%253Futm_source%253Dgoogle%2526utm_medium%253Dcpc%2526utm_campaign%253Ddepd-null-null-GPN_EN-cpc-pf-google-eu%2526utm_content%253 (01.12.2020).

ТРАНСПОРТ

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ШЫМКЕНТА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН*****Пернебеков Сакен Садибекович***

*канд. техн. наук, профессор,
Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова,
Республика Казахстан, г. Шымкент
E-mail: saken_uko@mail.ru*

Дутбаев Жаксылык Тохтасынович

*канд. техн. наук, доцент,
Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова,
Республика Казахстан, г. Шымкент*

Тортбаева Динара Рыскулбековна

*канд. техн. наук, старший преподаватель,
Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова,
Республика Казахстан, г. Шымкент*

Карташова Антонина Васильевна

*канд. техн. наук, старший преподаватель,
Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова,
Республика Казахстан, г. Шымкент*

**ASSESSMENT OF THE STATE OF THE ATMOSPHERIC AIR BY EXHAUST GASES
OF MOTOR VEHICLES IN THE CONDITIONS OF THE CITY OF SHYMKENT
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN*****Saken Pernebekov***

*candidate of engineering, professor,
M. Auezov South Kazakhstan University,
Republic of Kazakhstan, Shymkent*

Zhaksylyk Dutbayev

*candidate of engineering, associate professor,
M. Auezov South Kazakhstan University,
Republic of Kazakhstan, Shymkent*

Dinara Tortbayeva

*candidate of engineering, senior lecturer,
M. Auezov South Kazakhstan University,
Republic of Kazakhstan, Shymkent*

Antonina Kartashova

*candidate of engineering, senior lecturer,
M. Auezov South Kazakhstan University,
Republic of Kazakhstan, Shymkent*

АННОТАЦИЯ

Изучена интенсивность движения подвижного состава на улично-дорожных сетях города Шымкент Республики Казахстан. Разработана методика расчета оценки выбросов загрязняющих веществ автотранспортным потоком, с учетом различных режимов движения. Приведены методические рекомендации оценки экологической безопасности атмосферного воздуха в зависимости от транспортной нагрузки улично-дорожной сети города. В целом, работа посвящена исследованиям по повышению качества атмосферного воздуха на основе разработки методологии и методов расчета выбросов подвижного состава автомобильного транспорта.

ABSTRACT

The intensity of the movement of rolling stock on the road networks of the city of Shymkent of the Republic of Kazakhstan was studied. A methodology for calculating the assessment of emissions of pollutants from a road traffic flow, taking into account various modes of movement, has been developed. Methodological recommendations for assessing the environmental safety of atmospheric air are given, depending on the traffic load of the city's road network. In general, the work is devoted to research on improving the quality of atmospheric air based on the development of methodology and methods for calculating emissions from rolling stock of road transport.

Ключевые слова: автомобили, загрязняющие вещества, атмосферный воздух, транспортный поток, улично-дорожная сеть.

Keywords: cars, pollutants, atmospheric air, traffic flow, street and road network.

Проблемы экологической безопасности неразрывно связаны с социально-экономическим развитием общества и обусловлены им, связаны с вопросами охраны здоровья, созданием благоприятных условий для жизнедеятельности населения. Наблюдается стабильный рост количества автотранспортных средств, и в этой связи в крупных городах и мегаполисах резко обострилась проблема с загрязнением атмосферного воздуха. Это ухудшает состояние здоровья населения и представляет экологическую, экономическую и социальную проблему, как больших городов, так и страну в целом.

Следует отметить, что при оценке ущерба загрязнения окружающей среды основное внимание уделяют ущербам загрязнения от транспортных средств. Отработавшие газы, выбрасываемые в атмосферный воздух двигателем внутреннего сгорания транспортных средств, считаются наиболее опасными видами загрязнений. При решениях социально-экономических проблем возникает необходимость совершенствовать существующие методы оценки количества выбросов загрязняющих веществ и транспортную нагрузку города.

Требуем своего решения проблема загрязнения атмосферного воздуха по Республике Казахстан, так как в расчете на одного жителя, в атмосферу выбрасывается порядка около 300 кг различных химических соединений в год, в то время как в 2000 году этот показатель был равен 163 кг [2].

Как показывает статистические данные, за последние годы по республике наблюдается стабилизация выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников примерно не более 3-х миллионов тонн в год, в то время как выбросы загрязняющих веществ от подвижного состава автомобильного транспорта достигла более 1-го миллиона тонн в год и непрерывно растут, что обусловлено стремительным ростом количества автомобилей на территории республики. Следует отметить, что в большинстве крупных городов республики вклад автомобильного транспорта в загрязнение воздушного бассейна достигла 60 % и более от общегородских валовых выбросов.

Объективность и точность расчетов по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух зависит от принятой методологии расчета. Как известно, выбросы подвижного состава автомобильного транспорта относятся к выбросам передвижных источников и определяются выбросами загрязняющих веществ автотранспортных средств (АТС) во время их транспортной работы.

Существующие на сегодняшний день методики расчета выбросов автотранспортных средств основаны на применении усредненных показателей выброса отдельных веществ на единицы расхода топлива, произведенные работы или пробега автомобиля. Из них наиболее простым является эмпирический метод расчета по количеству израсходованного топлива и по удельным коэффициентам выброса отдельных веществ и групп в зависимости от вида использованного топлива [1]. Однако, такой метод расчета не дает достаточно объективную и точную информацию по количественной и качественной оценке выбросов, так как при этом используются устаревшие приближенные показатели удельных выбросов по ограниченному перечню веществ. Как правило, этот метод также приводит завышенным в несколько раз результатам.

Анализ экологической деятельности автотранспортных предприятий показывает, что действующее экологическое законодательство Республики Казахстан требует коррективы, так как имеет упущения в нормативной базе. Например, в Экологическом кодексе Республики Казахстан отсутствует какие-либо комплексные меры по снижению отрицательного воздействия на атмосферу. Нормы касающиеся охранной атмосферного воздуха не отражены экологическом кодексе Республики Казахстан и определены лишь в статье 204 Экологического кодекса - требования при производстве транспортных средств.

Как известно, оценка характеристик качества воздуха является одной из важнейших составных частей схемы установления нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. В этой связи для того, чтобы установленные нормативы выбросов имели статус

обязательных к выполнению, в процессе их разработки должны быть использованы не только нормативные критерии качества воздуха, но и методы оценок загрязнения атмосферы, имеющие статус нормативных.

Для определения выбросов автотранспорта на городских автомагистралях и последующего их использования в качестве исходных данных при проведении расчетов загрязнения атмосферы проводилось изучение особенностей распределения автотранспортных потоков по городу и их изменения во времени. Из проведенного анализа полученных результатов установлено, что наиболее загруженными являются май, июнь месяцы и утренний, обеденный и вечерние времена суток. Эти данные согласуются с результатами других исследований [8, 9, 10]. Рассматривая интенсивность движения на контрольных участках, было отмечено, что структура и плотность автотранспортных потоков не одинаковы и они изменяется в зависимости от функциональной принадлежности участка УДС, количества и интенсивности на пересечениях контрольных участков с другими элементами УДС.

С целью подтверждения и уточнения результатов теоретических исследований нами проведены экспериментальные исследования по определению количества автотранспортных средств, оказавшихся в очереди на перекрестке в зависимости от интенсивности движения и режима работы светофора. Отклонение расчетных значений в сравнении с натурными наблюдениями составило 12,9% – 15,4%.

Для определения средней скорости движения АТС провели натурные наблюдения в соответствии с рекомендациями стандарта СТ РК 1378 «Дороги автомобильные. Учет интенсивности движения». А обработка полученных результатов с помощью программ Mathcad 14, позволило получить следующую зависимость

$$v_{cp} = k_0 I^{k_1} + k_2, \quad (1)$$

Коррелирующие коэффициенты приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Коэффициенты регрессионного уравнения

Коэффициенты	Количество полос	
	2	3
k_0	-20,923	-0,081
k_1	0,233	0,789
k_2	160,339	81,355

Определено, что с возрастанием интенсивности движения идет снижение средней скорости. Это связано с тем, что увеличение количества транспортных средств на дороге приводит к появлению дополнительных помех со стороны других АТС.

Расчет выбросов i -го загрязняющего вещества (ЗВ) автотранспортным потоком определяется для конкретной автомагистрали, на всей протяженности которой структура и интенсивность движения изменяется не более чем на 20-25%. При большем различии автотранспортных характеристик автомагистраль разделяется на участки, которые в дальнейшем рассматриваются как отдельные источники.

В районе перекрестка выбрасывается наибольшее количество вредных веществ за счет торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением по разрешающему сигналу светофора. Таким образом, для автомагистрали при наличии регулируемого перекрестка суммарный выброс M будет равен:

$$M = \sum_1^n M_{n_i} + \sum_1^m M_{L_i}, \quad (2)$$

Расчет массы выбрасываемых загрязняющих веществ производится для трех режимов работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС): при прогреве, на холостом ходу и при движении (пробеговые выбросы).

Автотранспорт на стоянках, парковках и находящийся без движения рассматривается как стационарный источник выбросов. Выброс основных загрязняющих веществ рассчитывается по формуле, где суммирование производится по автомобилям k -ой группы:

$$M_j = \sum N_k (m_{1kj} \cdot T_1 + m_{2kj} \cdot T_2) \cdot D \cdot 10^{-6}, \quad (3)$$

Движущийся по УДС и находящийся на пересечении узловых развязок автотранспорт рассматривается как передвижной источник выбросов ЗВ в атмосферу. Суммарный массовый выброс ЗВ автотранспортом определенной грузоподъемности и объема двигателя при движении рассчитывается по формуле:

$$M_{ij} = \sum N_k (m_{1ij} \cdot L_{t1} + m_{2ij} \cdot L_{t2}) \cdot 10^{-6}, \quad (4)$$

Полученные результаты в принципе позволяют рассчитать с достаточной долей достоверности выбросы загрязняющих веществ различными видами автотранспорта при любом режиме его работы.

Полученные экспериментальные данные показали, что концентрация CO и NO_2 в основном зависят от плотности городской застройки и степени рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере. Относительная ошибка измерения не превосходила 12%, что свидетельствует о достоверности полученных выводов.

Выводы. Установлено что выброс автотранспортного источника как мера загрязнения воздуха зависит в первую очередь от параметров системы, как интенсивность и состав автотранспортных средств реальных условиях движения, к тому же скорость не может быть постоянным, она меняется в широких пределах и часто особенно в городских условиях. Выброс автотранспортным потоком в значительной степени определяется режимом движения.

Анализ факторов, определяющих загрязнение воздуха автотранспортным источником, позволяет

разделить их на такие группы: 1) факторы, определяемые метеорологическими условиями; 2) факторы, обусловленные участниками, дорожными условиями и организацией движения; 3) факторы, обусловленные техническими параметрами автомобилей и их двигателей.

Исходя из приведенного анализа, можно отметить, что влияние условий движения на загрязнение воздуха проявляется через обусловленное организацией движения, соотношения установившихся и неуставившихся режимов в ездовом цикле и вытекающей отсюда степени неравномерности.

Список литературы:

1. Денисов В.В, Курбатова А.С., Денисова И.А., Бондаренко В.Л., Грачев В.А., Гутенев В.В., Нагнибеда Б.А. Экология города. - Москва: ИКЦ «МарТ», 2008. - 832 с.
2. Экология и здоровье нации. 6-книга / Под ред. акад. НАН РК А.М. Газалиева. - 2-е издание, перераб. и доп. - Караганда: Изд-во Карагандинского государственного технического университета, 2011. - 96 с.
3. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко; Под ред. В.Н. Луканина. - М.: Высш. шк., 2003. - 273 с.
4. Экологический кодекс Республики Казахстан. Кодекс Республики Казахстан от 09.01.2007 года № 212.
5. РНД 211. 2.02.11-2004. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. - Астана, 2005. - 45 с.
6. Методические указания по оценке воздействия на окружающую среду объектов транспортно-дорожного комплекса. - М.: НИИАГ, 1995. - 23 с.
7. Автотранспортные потоки и окружающая среда / под ред. В.И. Луканина.- М.:ИНФРА - М, 1998. - 646 с.
8. Туленов А.Т., КокаевУ.Ш., Горская Н.А.,Бекболатов Г.Ж.,Шойбеков Б.Ж. Методика ездового цикла для расчета суммарной токсичности автотранспортных средств//Материалы XI международной научно-практической конференции, «Образование и наука XXI века», Технологии. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД,2017.-с. 63-65.
9. Туленов А.Т., Арпабеков М.И., Шойбеков Б.Ж. Комплексный подход к снижению вредного воздействия на окружающую среду источников загрязнения // Материалы V Международной научно-практической конференции. - Астана, 2017. - Ч. 1. - С. 73-75.
10. Туленов А.Т., Мейрбеков А.А., Садыков Ж.А. Оценка влияния параметров движения автотранспортного потока на состав отработавших газов // Материалы V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения». - Астана, 2017. - Ч. 1. - С. 77-81.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОГРУЗКИ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УЗБЕКИСТАНА**Сабуров Мардонбек Баходирович**

аспирант,

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I,**РФ, г. Санкт-Петербург**E-mail: saburov.mardonbek83@mail.ru***Бутунов Дилмурод Баходирович**

PhD, и.о. доцент

*Ташкентский государственный транспортный университет,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: dilmurodpugs@mail.ru***PROGNOSTICATION LOADING OF GOODS ON RAILWAY TRANSPORT
REPUBLIC OF UZBEKISTAN****Mardonbek Saburov**

Graduate student,

*Petersburg State Transport University of Emperor Alexander I,**Russia, St. Petersburg***Dilmurod Butunov**

PhD, acting assistant professor

*Tashkent State Transport University,**Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В данной статье сделаны прогнозы погрузки грузов на железнодорожном транспорте Узбекистана. Используются методы однофакторного моделирования при прогнозировании и определена ошибка прогноза. Приведен основной вид теоретического метода прогноза. Выполнены прогнозы погрузки грузов на железнодорожном транспорте Республики Узбекистан, с применением метода однофакторного моделирования на периоды 2021-2025 гг. Такое прогнозирование дает точную количественную и качественную формулировку процесса ориентации будущих погрузок и на основе этого определяются потребности подвижного состава с использованием математико-статистических методов.

ABSTRACT

The basic form of the theoretical forecast method is given. Forecasts of cargo loading on railway transport in the Republic of Uzbekistan were made using the method of one-factor modeling for the periods 2021-2025. Such forecasting provides an accurate quantitative and qualitative formulation of the process of orientation of future loading and based on this, the needs of rolling stock are determined using mathematical and statistical methods.

Ключевые слова: прогнозирование груза, погрузка, однофакторное моделирование, метод средних.**Keywords:** cargo forecasting, loading, one-factor modeling, method of averages.**Введение**

В условиях возрастающего объема перевозки грузов на транспорте, в том числе на железнодорожном транспорте все шире применяются вычислительная техника и математические методы для оперативного планирования и управления перевозочным процессом, а также прогнозирования и планирования объемов грузовых перевозок [1].

Прогнозирование грузовых перевозок и показателей работы железнодорожного транспорта основывается на анализе развития экономики региона за прошедший период времени. Такой анализ должен давать точную количественную и качественную формулировку процесса перевозки грузов путем

использования математико-статистических методов. Предвидение размеров грузовых перевозок и состояния показателей работы транспорта базируется на результатах анализа прошлого и, следовательно, описывает перспективу в той мере, в какой она определяется объективно сложившимися явлениями и процессами.

Объем грузовых перевозок узбекских железных дорог при прогнозировании на основании данных за прошлые периоды приобретает особо важное значение, так как от точности полученных результатов зависят реальность планов эксплуатационной работы железной дороги и ее подразделений и их согласованность с планами развития других отраслей.

Прогноз погрузки грузов на 2020-2025 годы.

При прогнозировании грузовых перевозок и показателей работы железнодорожного транспорта применяется метод средних квадратов.

Метод средних основан на минимизации алгебраической суммы отклонений точек от аппроксимирующей кривой $y_i = f(x)$. В этом случае критерий оптимальности записывается в виде [2]

$$\sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i, a_1, a_2, a_3, \dots, a_m)] \rightarrow \min, \quad (1)$$

где y_i, x_i – ордината и абсцисса

i – й точки временного ряда;

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_m$ – параметры аппроксимирующей кривой.

При решении рассматриваемой задачи используется линейная функция. Линейная функция $y = ax + b$ в этом случае система уравнений примет вид

$$a \sum_{k=1}^n x_k + b_n = \sum_{k=1}^n y_k \quad (2)$$

$$a \sum_{k=1}^n x_k^2 + b \sum_{k=1}^n x_k = \sum_{k=1}^n x_k y_k \quad (3)$$

Возникают ситуации, когда достаточно надежный прогноз величины объемов перевозок грузов и показателей работы транспорта может быть получен при использовании линейной зависимости

$$y_i^n = b_0 + b_1 x, \quad (4)$$

где x – фактор, от которого зависит прогнозируемая величина;

b_0, b_1 – неизвестные коэффициенты.

Задача заключается в нахождении коэффициентов b_0, b_1 по имеющимся статистическим данным.

Под надежностью прогнозирования объемов грузовых перевозок понимается вероятность наступления предсказываемого значения показателя при заданном комплексе условий и в пределах установленных допусков. Ошибки или отклонения прогноза измеряются коэффициентами корреляции и стандартной ошибкой, эти расчеты приведены ниже.

Задача составления уравнения регрессии для прогнозирования годового объема погрузки грузов по годам (y_i), выполнены, используя формулы (1)-(4). В таблице 1 дана исходная информация для прогнозирования и указаны результаты промежуточных расчетов (x_i – условный номер годов, y_i – размер погрузки грузов (тыс.тонн) в i – м года):

Таблица 1.

Расчетные параметры погрузки грузов узбекских железных дорог за период 2014-2019 гг

Годы	x_i	y_i	x_i^2	y_i^2	$x_i y_i$
2014	1	65722	1	4319381284	65722
2015	2	67210	4	4517184100	134420
2016	3	67576	9	4566515776	202728
2017	4	67931	16	4614620761	271724
2018	5	68421	25	4681433241	342105
2019	6	70138	36	4919339044	420828
Итого	21	406998	91	27618474206	1437527

Исходя из (2) и (3) формулы получены следующие системы уравнения

$$\begin{cases} nb_0 + b_1 \sum x_i = \sum y_i \\ b_0 \sum x_i + b_1 \sum x_i^2 = \sum y_i x_i \end{cases} \quad (2a) \quad (3a)$$

$$\begin{cases} 6b_0 + 21b_1 = 406998 & *7 \\ 21b_0 + 91b_1 = 1437527 & *2 \end{cases} \quad (26) \quad (36)$$

Из (26) отнимая (36) получены следующие

$$147b_1 - 182b_1 = 7 \cdot 406998 - 2 \cdot 1437527$$

$$-35b_1 = -26068, \quad b_1 = 744,8$$

$$b_0 = \frac{406998 - 21 \cdot 744,8}{6} = 65226$$

Линейная зависимость (4) между y и x имеет следующий вид:

$$y_i^n = 744,8x + 65226$$

с помощью этой функции сделан прогноз погрузки грузов узбекских железных дорог до 2025 года (табл. 2).

На основе таблица №1, значений b_0, b_1 и [2] рассчитаны коэффициент корреляции r и стандартная ошибка прогноза S_y

$$r = 744,8 \cdot \sqrt{\frac{(6 \cdot 91 - 21^2)}{(6 \cdot 27618474206 - 406998^2)}} = 0,96$$

$$S_y = \sqrt{\frac{871149}{6-2}} = 466,7$$

Таблица 2.

Результаты расчета прогнозирования погрузки грузов узбекских железных дорог за период 2020-2030 гг.

Годы	x_i	y_i^n	$y^{факт}$	Δy	Δy^2
2014	1	65970,8	65722	248,8	61901,44
2015	2	66715,6	67210	-494,4	244431,4
2016	3	67460,4	67576	-115,6	13363,36
2017	4	68205,2	67931	274,2	75185,64
2018	5	68950	68421	529	279841
2019	6	69694,8	70138	-443,2	196426,2
2020	7	70439,6		$\sum \Delta y^2 = 871149$	
2021	8	71184,4	0		
2022	9	71929,2	0		
2023	10	72674	0		
2024	11	73418,8	0		
2025	12	74163,6	0

Рисунок 1. Диаграмма фактического и прогнозного погрузки грузов узбекских железных дорог за период 2014-2025 гг

На основе произведенных расчетов общий прогноз погрузки грузов увеличивается согласно функции (рис. 1) $y_i^n = 744,8x + 65226$ на 2020 год составил 70440 тыс.тонн, а следующие годы будут соответственно, 71184, 71929, 72674, 73419, 74164 тыс.тонн погрузки. А на 01.01.2017 года инвентарный парк

грузовых вагонов составил 21898 вагонов и истечение срока службы вагонов составил 465, 597, 602 на 2017, 2018, 2019 годы соответственно [4]. Согласно с этими данными построены диаграммы количества инвентарного парка грузовых вагонов за период 2017-2020 годы узбекских железных дорог.

Рисунок 2. Диаграмма изменение количества грузовых вагонов за период 2017-2020 годы

Из рисунков 1 и 2 можно сделать вывод, что с увеличением погрузки грузов, уменьшается инвентарный парк грузовых вагонов. Уменьшение вагонного парка происходит за счет истечения нормативного срока службы грузовых вагонов, а пополнение рабочего парка грузовых вагонов с продлением срока службы, покупкой новых вагонов и привлечением частных вагонов.

Заключение

Прогнозирование объемов грузовых перевозок на железных дорогах Узбекистана основан на данных за периоды 2014-2019 гг.

На основе расчета прогноза по погрузкам грузов получена прогнозная функция $y_i^n = 744,8x + 65226$ линейная зависимость фактической погрузки и прогнозной, посчитан коэффициент корреляции

$r = 0,96$ и стандартная ошибка прогноза $S_y = 466,7$.

При анализе рисунков 1 и 2 выявлено, что с увеличением погрузки грузов, уменьшается инвентарный парк грузовых вагонов. Уменьшение вагонного парка происходит за счет истечения нормативного срока службы грузовых вагонов, а пополнение рабочего парка грузовых вагонов происходит с продлением срока службы, покупкой новых вагонов и привлечением частных вагонов. Учитывая недопущения вагонов с продлением срока службы на экспорт, требуются дальнейшие научные расчеты отдельно погрузки грузовых вагонов на экспорт и местных, с определением потребного рабочего парка. Углубленные расчеты по видам грузов, по типам вагонов, и прогноз погрузки экспорта и местных грузов отдельно будут произведены в следующих статьях.

Список литературы:

1. Сабуров М.Б. Анализ и прогнозирования вагонного парка ГАЖК «УТЙ». – Ташкент: ТашИИТ, 2010 г. С. 120.
2. Убайдуллаев И.Х., Юлдашева М.Н., Худайберганов К.Т. Прогнозирование грузовых перевозок в автоматизированной системе управления железнодорожным транспортом. Монография:-изд-во «Фан» УзССР, 1984.
3. Сабуров М.Б. Анализ и прогнозирование логистических показателей в Республики Узбекистан / Сабуров М.Б., Бутунов Д.Б. // Аста ТТРУ, 2020, № 3, С. 36-42.
4. Стратегия развития управления вагонного хозяйства АО «Узбекистан темир йуллари» на 2017-2021 гг.
5. Егамбердиев Б.Б. Прогнозирование объемов международных грузовых перевозок на железнодорожном транспорте с использованием приемов эконометрии / Б.Б. Егамбердиев. М.Н. Витченко // Экономика железных дорог, 2012, № 3, С. 20-26.
6. Ефимова Е.Н. Прогнозирование объемов грузовых перевозок с использованием приемов эконометрии // Экономика железных дорог, 2005, № 6, С. 31-43.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕВОЗКИ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Эшонкулов Жавохир Эркин угли

магистрант,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Светашиева Наргиза Фаритовна

ст. преподаватель,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: expose_09@mail.ru

Тулаев Алтынбек Умарбекович

начальник организации движения АО «Узжельдорпасс»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: aho-777@mail.ru

SOME ISSUES OF TRANSPORTATION OF BULK CARGO BY RAILWAY

Zhavokhir Eshonkulov

Undergraduate,
Tashkent state transport university
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Nargiza Svetasheva

Senior Lecturer,
Tashkent state transport university
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Altinbek Tulaev

Head of Traffic Organization of «Uzzheldorpass» JSC
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данных исследованиях рассматриваются железнодорожные грузовые перевозки, а именно выбор условия доставки сыпучих грузов. Описана методика сопоставления вариантов перевозки сыпучих грузов. Для оценки экономической эффективности перевозки сыпучих грузов использовались системы показателей.

ABSTRACT

This study examines rail freight transport, namely the choice of conditions for the delivery of bulk cargo. A methodology for comparing options for the transportation of bulk cargo is described. Systems of indicators were used to assess the economic efficiency of transportation of bulk cargo.

Ключевые слова: сыпучий груз, поддон, транспортный пакет, погрузка, разгрузка, перевозка железнодорожным транспортом, объёмная масса, станция.

Keywords: bulk-break cargo, pallet, over pack, loading, unloading, transportation by rail, volumetric weight, station.

1. Общее положение. Для проведения расчетов экономической эффективности проектов на железнодорожном транспорте требуется всестороннее обоснованное и экономическое решение. Для оценки экономической эффективности разработанных предложений использовались рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте.

Интегральный эффект $\mathcal{E}_{\text{ит}}$, или чистый дисконтированный доход определяется как сумма текущих эффектов за расчётный период, приведенный к начальному шагу. Чем больше чистый дисконтированный доход, тем выгоднее проект.

При оценке эффективности разработанных предложений соизмерение разновременных показателей осуществляется путем приведения их к ценностям

в начальном периоде. Приведение разновременных затрат, результатов и эффектов к начальному периоду осуществляется с помощью нормы дисконта E .

При одноэтапных вложениях и постоянном во времени результате реализации разработанных предложений дисконтирование результатов и затрат может не производиться. Интегральный эффект (чистый доход – ЧД) может быть определен по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{итт}} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{\text{дон}}}{E} - K_{\text{дон}}, \quad (1)$$

где, $\mathcal{E}$ – экономический эффект от реализации мероприятия, млн. руб;

$\mathcal{E}_{\text{дон}}$ – дополнительные эксплуатационные расходы, млн. руб;

$K_{\text{дон}}$ – дополнительные капиталовложения, млн. руб;

E – норма дисконта.

Срок окупаемости, или срок возврата вложений (T_o), – это период времени от начала реализации разработанных предложений за пределами которого интегральный эффект становится не отрицательным.

Индекс рентабельности $\mathcal{E}_k$ определяется как отношение суммы приведенного результата к размерам капитальных вложений:

$$\mathcal{E}_k = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{\text{дон}}}{E \cdot K_{\text{дон}}}, \quad (2)$$

Индекс рентабельности связан с чистым дисконтированным доходом (интегральный эффект). Если интегральный эффект отрицателен, то $\mathcal{E}_k < 1$, и наоборот. Отсюда следует, что при $\mathcal{E}_k > 1$ проект считается эффективным.

При постоянном результате и единовременных затратах внутренняя норма рентабельности $E_{\text{вн}}$ равна:

$$E_{\text{вн}} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{\text{дон}}}{K_{\text{дон}}}, \quad (3)$$

Срок окупаемости T_o :

$$T_o = \frac{K_{\text{дон}}}{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{\text{дон}}}, \quad (4)$$

Эффективность разработанных предложений целесообразно оценивать с помощью всей совокупности показателей. Однако предпочтение следует отдавать интегральному эффекту и сроку окупаемости.

2. Сравнение предложенных вариантов. Экономическая эффективность перевозки сыпучих грузов в крытых вагонах. Основная экономия достигается за счёт сокращения потерь от выплаты неустойки (штраф) за нарушение сроков погрузки сыпучих грузов на станции за один вагон

$$\mathcal{E}_{\text{итт}} = C_{\text{итт}} \cdot (t_{\text{вр}} - t_{\text{мех}}), \quad (5)$$

$\mathcal{E}_{\text{итт}}$ – потери завода от выплат неустойки за нарушение сроков погрузки за год, руб. (По Уставу железных дорог с грузополучателя за каждый час

простой вагона взыскивается штраф в размере 0,2 минимального размера оплаты труда).

$t_{\text{вр}}$ – средний простой на сегодняшний день;

$t_{\text{мех}}$ – простой крытого вагона при механизированной погрузке транспортных пакетов (Правила перевозок грузов)

$$\mathcal{E}_{\text{итт}} = 1897,8 \cdot (5,3 - 2,5) = 5313,8 \text{ руб} / \text{ваг}$$

Количество вагонов в год при варианте перевозке сыпучих грузов в транспортных пакетах, перевозимых в крытых вагонах, определяется по следующей формуле:

$$N_{\text{ваг}} = \frac{Q_{\text{год}}}{Q_{\text{кр}}}, \text{ ваг} / \text{год}, \quad (6)$$

где $Q_{\text{год}}$ – погрузка сыпучих грузов в год;

$Q_{\text{кр}}$ – масса груза в вагоне, т

$$N_{\text{ваг}} = \frac{90000}{39,6} = 2273 \text{ ваг} / \text{год}$$

Общая экономическая эффективность в год составит:

$$\mathcal{E} = N_{\text{ваг}} \cdot \mathcal{E}_{\text{итт}} \cdot 10^{-3} = 2273 \cdot 5313,8 \cdot 10^{-3} = 12078,3 \text{ тыс. руб}$$

10^{-3} – пересчёт в тыс. руб

Экономическая эффективность перевозки сыпучих грузов в полувагонах. Второй предложенный вариант перевозки сыпучих грузов осуществляется в биг-бегах.

Экономия возникает за счёт сокращения простоя вагонов на станции при погрузке с использованием биг-бегов.

$$\mathcal{E}_{\text{итт}} = 1897,8 \cdot (5,3 - 1,1) = 7970,8 \text{ руб} / \text{ваг}$$

Количество вагонов в год при варианте перевозке сыпучих грузов в биг-бегах, перевозимых в полувагонах, составила

$$N_{\text{ваг}} = \frac{90000}{54,6} = 1649 \text{ ваг} / \text{год},$$

$Q_{\text{кр}}$ – масса груза в вагоне, т

Общая экономическая эффективность в год составит:

$$\mathcal{E} = N_{\text{ваг}} \cdot \mathcal{E}_{\text{итт}} \cdot 10^{-3} = 1649 \cdot 7970,8 \cdot 10^{-3} = 13143,8 \text{ тыс. руб}$$

3. Определение расходных составляющих.

На станциях, где происходит затаривание сыпучих грузов влечёт за собой не только капитальные вложения, но и текущие расходы.

Определение дополнительных капитальных вложений I вариант. Дополнительные капитальные вложения для I варианта перевозки сыпучих грузов в мешках, уложенных на поддон, составляет:

$$K_{\text{дон}} = N_{\text{ваг}} \cdot N_{\text{кр}} \cdot C_{\text{под}} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}$$

$N_{\text{кр}}$ – количество поддонов в крытом вагоне;

$C_{под}$ – стоимость поддонов (поддон ЕВРО 800х1200 1 сорт (EUR/EPAL)), руб. [3]

$$K_{доп} = 2273 \cdot 33 \cdot 380 \cdot 10^{-3} = 28503,4 \text{ тыс. руб.}$$

Определение дополнительных капитальных вложений II вариант. Дополнительные капитальные вложения для II варианта перевозки сыпучих грузов в биг-бегах составят:

$$K_{доп} = N_{ваг} \cdot N_{бг} \cdot C_{бг} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}$$

$N_{бг}$ – количество биг-бегов;

$C_{бг}$ – стоимость одного биг-бега, руб. с размерами 95×95×120 см.

$$K_{доп} = 1649 \cdot 78 \cdot 155 \cdot 10^{-3} = 19936,41 \text{ тыс. руб.}$$

Определение дополнительных эксплуатационных расходов I вариант. Дополнительные эксплуатационные расходы при I варианте заключается в увеличении численности работников станции для осуществления этих операций, а следовательно, и увеличение расходов по фонду заработной платы:

$$\mathcal{E}_{зн} = 365 \cdot p_i \cdot z \cdot 12 \cdot 1,304, \text{ тыс. руб}$$

где p_i – численность работников, чел. (3 – погрузчика, 9 – грузчиков).

z – средняя заработная плата одного работника за месяц, тыс. руб./мес.;

12 – число месяцев в году;

1,304 – коэффициент страхового взноса.

$$\mathcal{E}_{доп} = 12 \cdot 25000 \cdot 12 \cdot 1,304 = 4824 \text{ тыс. руб}$$

Определение дополнительных эксплуатационных расходов II вариант. Дополнительные эксплуатационные расходы при II варианте также заключаются в увеличении численности работников станции, и, следовательно, в увеличении расходов по фонду заработной платы:

$$\mathcal{E}_{зн} = p_i \cdot z \cdot 12 \cdot 1,34, \text{ тыс. руб}$$

где p_i – численность работников, чел. (3 – крановщика, 6 – стропальщиков).

$$\mathcal{E}_{зн} = 9 \cdot 25000 \cdot 12 \cdot 1,304 = 3520 \text{ тыс. руб}$$

Оценка экономической эффективности для I варианта. Интегральный эффект (чистый доход – ЧД) может быть определен по формуле:

$$\mathcal{E}_{инт} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{доп}}{E} - K_{доп} = \frac{12078,3 - 4694}{0,15} - 28503,4 = 20725,3 \text{ тыс. руб}$$

Индекс рентабельности $\mathcal{E}_к$:

$$\mathcal{E}_к = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{доп}}{E \cdot K_{доп}} = \frac{12078,3 - 4694}{0,15 \cdot 28503,4} = 1,73$$

Внутренняя норма рентабельности $E_{вн}$ равна:

$$E_{вн} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{доп}}{K_{доп}} = \frac{12078,3 - 4694}{28503,4} = 0,26$$

Срок окупаемости T_o :

$$T_o = \frac{K_{доп}}{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{доп}} = \frac{28503,4}{12078,3 - 4694} = 3,86 \approx 4 \text{ года}$$

Оценка экономической эффективности для II варианта. Интегральный эффект (чистый доход – ЧД) может быть определен по формуле:

$$\mathcal{E}_{инт} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{доп}}{E} - K_{доп} = \frac{13143,8 - 3520}{0,15} - 19936,4 = 44222,3 \text{ тыс. руб}$$

Индекс рентабельности $\mathcal{E}_к$:

$$\mathcal{E}_к = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{доп}}{E \cdot K_{доп}} = \frac{13143,8 - 3520}{0,15 \cdot 19936,4} = 3,22$$

Внутренняя норма рентабельности $E_{вн}$ равна:

$$E_{вн} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{доп}}{K_{доп}} = \frac{13143,8 - 3520}{19936,4} = 0,48$$

Срок окупаемости T_o :

$$T_o = \frac{K_{доп}}{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{доп}} = \frac{19936,4}{13143,8 - 3520} = 2,1 \text{ лет}$$

Таблица 1.

Сравнение показателей экономической эффективности по двум вариантам

Показатели	Способы перевозок	
	I вариант	II вариант
Интегральный эффект	20725,3	44422,3
Индекс рентабельности	1,73	3,22
Внутренняя норма рентабельности $E_{вн}$	0,26	0,48
Срок окупаемости	4	2,1

Оценка экономической эффективности предложенных вариантов показали, что вариант перевозки сыпучих грузов в биг-бегах наиболее оптимальный.

Заключение

По результатам исследований перевозок сыпучих грузов сделаны следующие выводы:

1. Основная экономия достигается за счёт сокращения потерь от выплаты неустойки за простой подвижного состава под грузовыми операциями на станциях;
2. Дополнительные капитальные вложения зависят в первую очередь от выбора транспортной тары;

3. Дополнительные эксплуатационные расходы заключаются в увеличении численности работников станции, осуществляющие данные операции, и увеличение расходов по фонду заработной платы.

4. Предложенная методика оценки экономической эффективности перевозки сыпучих грузов железнодорожным транспортом позволяет правильно выбрать транспортную тару в зависимости от условия перевозок.

Список литературы:

1. Илесалиев Д.И. Анализ существующих способов доставки насыпных грузов в универсальных контейнерах / Д.И. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета, 2018. – Вып. 3. – С. 304-311.
2. Илесалиев Д.И. Обоснование метода переработки тарно-штучных грузов на перевалочных складах в цепях поставок: автореф. канд. техн. наук. – СПб, 2016. – 16 с.
3. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2015. – № 3 (44). – С. 55-63.
4. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных параметров погрузочно-разгрузочного участка с помощью математических методов / Д.И. Илесалиев, Е.К. Коровяковский // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы: Сб. тр. LXXV Всеросс. наuchнотехнич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015. – С. 227-233.
5. Илесалиев Д.И. Перевозка экспортно-импортных грузов в Республике Узбекистан / Д.И. Илесалиев, Е.К. Коровяковский, О.Б. Маликов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2014. – № 3 (39). – С. 11-17.
6. Маликов О.Б. Некоторые вопросы экономической эффективности перевозки сыпучих грузов в контейнерах / О.Б. Маликов, Е.Г. Курилов, Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2016. – Том 13. – № 4(49). – С. 493-501.
7. Махкамов Н.Я., Илесалиев Д.И., Мерганов А.М. Исследование эффективности пакетизации тарно-упаковочных грузов // Научно-технический Вестник Брянского государственного университета. – 2019. – № 4. – С. 549-558. DOI: 10.22281/2413-9920-2019-05-04-549-558.
8. Туранов Х.Т. Исследование математической модели обеспечения вагонами зерноэлеваторов / Х.Т. Туранов, Д.И. Илесалиев // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник, 2020. – № 5. – С. 37-40.
9. Туранов Х.Т. Исследование характера входящего потока для обеспечения вагонами зерноэлеваторов / Х.Т. Туранов, Д.И. Илесалиев // Бюллетень транспортной информации. 2020 – Вып. 4 – № 298 – С. 8-15.
10. Daurenbek I. Ilesaliev, Shahboz R. Abduvakhitov, Azizbek F. Ismatullaev, Shakhobiddin G. Makhmatkulov (2019). Research of the main storage area of the container terminal. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), 9(1), 4625-4630.

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОСВЯЗИ
ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТАРЫ И ПОЛУВАГОНА****Эшонкулов Жавохир Эркин угли***магистрант,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Светашиева Наргиза Фаритовна***ст. преподаватель
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: expose_09@mail.ru***Тулаев Алтынбек Умарбекович***начальник организации движения АО «Узжельдорпасс»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: aho-777@mail.ru***DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE RELATIONSHIP
OF THE MAIN PARAMETERS OF TARE AND OPEN WAGON****Zhavokhir Eshonkulov***Undergraduate,
Tashkent state transport university
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Nargiza Svetasheva***Senior teacher
Tashkent state transport university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Altinbek Tulaev***Head of Traffic Organization of «Uzzheldorpass» JSC
Republic of Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

Цель исследования состоит в поиске рационального способа перевозки сыпучих грузов в полувагоне перевозимых в мягких контейнерах (биг-бег). Методы исследования базируются на существующих методах поиска рациональной перевозки грузов железнодорожным транспортом. Практическая значимость исследований заключается в возможности повышения общей массы перевозимого сыпучего груза перевозимых в полувагонах затаренных в биг-беги.

ABSTRACT

The purpose of the study is to find a rational way to transport bulk cargo in a gondola car transported in soft containers (big-bag). The research methods are based on the existing methods of searching for the rational transportation of goods by rail. The practical significance of the research lies in the possibility of increasing the total mass of transported bulk cargo transported in open wagons packed in big bags.

Ключевые слова: сыпучий груз, поддон, транспортный пакет, погрузка, разгрузка, перевозка железнодорожным транспортом, объёмная масса, станция.

Keywords: bulk-break cargo, pallet, over pack, loading, unloading, transportation by rail, volumetric weight, station.

В зарубежной практике на станции при погрузке сыпучих грузов наибольшее распространение получили мягкие контейнеры (биг-бэг). Данный вид упаковки, представляет собой мягкие полипропиленовые

мешки и является универсальным в использовании, т.к. может быть адаптирован под работу с любым погрузо-разгрузочным оборудованием, обеспечивает большую сохранность продукции, уменьшает

количество отходов на строительных площадках, снижает стоимость транспортировки и продукции. Упаковка позволяет хранить сыпучие грузы под открытым небом, что не маловажно для промышленного предприятия. Для перевозки сыпучих грузов

на станции погрузки и выгрузки используя данную упаковку можно использовать полувагоны. На сегодняшний день полувагоны составляют более 30% от всего вагонного парка АО «УТЙ» (см. рисунок 1).

Рисунок 1. Доли вагонного парка АО «УТЙ»

В статье принят один из распространённых биг-бегов с размерами 95×95×120 см, с грузоподъёмностью 700 кг.

По следующей формуле можно рассчитать основные параметры:

- количество биг-бегов по длине полувагона определяется по формуле:

$$N_{пв}^l = E \left\{ \frac{L_{пв}}{L_{биг}} \right\}, \quad (1)$$

где E – условное обозначение целой части числа в фигурных скобках;

$L_{пв}$ – длина полувагона, м;

$L_{биг}$ – длина биг-бега, м;

Количество биг-бегов по ширине полувагона определяется по формуле:

$$N_{пв}^b = E \left\{ \frac{B_{пв}}{B_{биг}} \right\}, \quad (2)$$

где $B_{пв}$ – ширина полувагона, м;

$B_{биг}$ – ширина биг-бега, м;

Количество биг-бегов по высоте полувагона определяется:

$$N_{пв}^h = E \left\{ \frac{H_{пв} + 0,4}{h_{биг}} \right\}, \quad (3)$$

где $h_{биг}$ – высота транспортного пакета, м;

$H_{пв}$ – высота полувагона, м;

0,4 – допускается превышение общей высоты груза над верхней обвязкой полувагона, но не более 1/3 высоты биг-бегов, размещенных на верхних ярусах.

На станции погрузки расположенные у торцевых стенок полувагонов в верхнем ярусе должна быть связана между собой с расчётным усилием не менее 300 кг.

Всего количество биг-бегов в полувагоне:

$$N_{пв} = N_{пв}^l \cdot N_{пв}^b \cdot N_{пв}^h, \quad (4)$$

Масса груза в вагоне:

$$Q_{биг} = q_{биг} \cdot N_{пв}, \quad (5)$$

где $q_{биг}$ – масса одного грузового места.

Если масса груза в полувагоне превосходит грузоподъёмность вагона, то следует пересчитать количество груза погруженного в вагон.

$$Q_{пв} = P_{пв}, \text{ тогда } N_{кр} = \left\{ \frac{P_{пв}}{q_{биг}} \right\}, \quad (6)$$

где $P_{кр}$ – грузоподъёмность вагона

3. Обсуждение результатов. Количество биг-бегов по длине полувагона определяем по формуле:

$$N_{пв}^l = E \left\{ \frac{12750}{0,95} \right\} = 13 \text{ биг-бегов}$$

где E – условное обозначение целой части числа в фигурных скобках;

$L_{пв}$ – длина полувагона, м;

$L_{биг}$ – длина биг-бега, м;

Количество биг-бегов по ширине полувагона определяем по формуле:

Второй вариант по ширине транспортного пакета:

$$N_{пв}^b = E \left\{ \frac{2,911}{0,95} \right\} = 3 \text{ биг-бега}$$

где $B_{пв}$ – ширина полувагона, м;

$B_{биг}$ – ширина биг-бега, м;

Количество транспортных пакетов по высоте полувагона:

$$N_{пв}^h = E \left\{ \frac{2,365 + 0,4}{1,2} \right\} = 2 \text{ биг-бега}$$

где $h_{биг}$ – высота транспортного пакета, м;

$H_{пв}$ – высота полувагона, м;

Всего количество биг-бегов в полувагоне:

$$N_{\text{пв}} = N_{\text{пв}}^l \cdot N_{\text{пв}}^h \cdot N_{\text{пв}}^h = 13 \cdot 3 \cdot 2 = 78 \text{ биг-бегов}$$

Масса груза в полувагоне:

$$Q_{\text{биг}} = 0,7 \cdot 78 = 54,6 \text{ тонн}$$

Схема размещения биг-бегов в полувагоны приведена на рисунке 2.

Рисунок 2. Схема погрузки биг-бегов в полувагоны

Закключение. Применение биг-бегов позволит: освободить крытые вагоны для других грузов; минимизировать потери при погрузке, выгрузке сыпучих грузов на станциях; исключить контакт груза с внешней средой, а также предохранять от реакций с влагой, сохраняет груз в неизменном состоянии на протяжении всей доставки; решает проблему выгрузки практически в любом месте; сыпучие грузы могут складироваться на открытых площадках

накопления при температуре от -50°C до $+60^{\circ}\text{C}$; груз в биг-бегах может быть загружен или разгружен в течение нескольких минут (время одного вагона - 35-45 минут); использование технологии биг-бегов позволяет достигнуть норму погрузки-выгрузки на станции до 5000 т в сутки при работе одним краном; биг-бег предохраняет полувагоны от повреждений, вызванных соприкосновением с кальцинированной содой.

Список литературы:

1. Илесалиев Д.И. Анализ существующих способов доставки насыпных грузов в универсальных контейнерах / Д.И. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета, 2018. – Вып. 3. – С. 304-311.
2. Илесалиев Д.И. Обоснование метода переработки тарно-штучных грузов на перевалочных складах в цепях поставок: автореф. канд. техн. наук. – СПб, 2016. – 16 с.
3. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2015. – № 3 (44). – С. 55-63.
4. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных параметров погрузочно-разгрузочного участка с помощью математических методов / Д.И. Илесалиев, Е.К. Коровяковский // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы: Сб. тр. LXXV Всеросс. наuchnotехнич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015. – С. 227-233.
5. Илесалиев Д.И. Перевозка экспортно-импортных грузов в Республике Узбекистан / Д.И. Илесалиев, Е.К. Коровяковский, О.Б. Маликов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2014. – № 3 (39). – С. 11-17.
6. Маликов О.Б. Некоторые вопросы экономической эффективности перевозки сыпучих грузов в контейнерах / О.Б. Маликов, Е.Г. Курилов, Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2016. – Том 13. – № 4 (49). – С. 493-501.
7. Махкамов Н.Я., Илесалиев Д.И., Мерганов А.М. Исследование эффективности пакетизации тарно-упаковочных грузов // Научно-технический Вестник Брянского государственного университета. – 2019. – № 4. – С. 549-558. DOI: 10.22281/2413-9920-2019-05-04-549-558.
8. Туранов Х.Т. Исследование математической модели обеспечения вагонами зерноэлеваторов / Х.Т. Туранов, Д.И. Илесалиев // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник, 2020. – № 5. – С. 37-40.
9. Туранов Х.Т. Исследование характера входящего потока для обеспечения вагонами зерноэлеваторов / Х.Т. Туранов, Д.И. Илесалиев // Бюллетень транспортной информации. 2020 – Вып. 4 – № 298 – С. 8-15.
10. Daurenbek I. Ilesaliev, Shahboz R. Abduvakhitov, Azizbek F. Ismatullaev, Shakhobiddin G. Makhmatkulov (2019). Research of the main storage area of the container terminal. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), 9 (1), 4625-4630.

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

ДЕФОРМАЦИИ СВАРНЫХ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ
ОБОЛОЧКООБРАЗНЫХ ДНИЩ РОТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКОЙ*Махмудова Наргиза Абдинабиевна**доцент**Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*DEFORMATIONS OF WELDED SHEET BLANKS IN THE MANUFACTURE
OF SHELL-LIKE BOTTOMS BY ROTARY DRAWING*Nargiza Makhmudova**Associate Professor**of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены ротационная вытяжка крупногабаритных днищ исходную плоскую листовую заготовку сваривают из двух или трех частей.

ABSTRACT

The article presents a rotary drawing of large-sized bottoms; the original flat sheet blank is welded from two or three parts.

Ключевые слова: пластической деформации, листовую заготовку, металл, эксперимент, прочность.

Keyword: plastic deformation, sheet blank, metal, experiment, strength.

При ротационной вытяжке крупногабаритных днищ (диаметром до 5000 мм) исходную плоскую листовую заготовку сваривают из двух или трех частей [1].

Характер формоизменения сварных соединений из листового металла при пластической деформации зависит от степени неоднородности механических свойств основного металла, металла шва и околошовной зоны. Эта неоднородность зависит от исходного состояния металла (начальной неоднородности) и последующей его деформации (деформационной неоднородности).

Начальная неоднородность определяется условиями сварки (1-й фактор) и анизотропией свойств

основного металла (2-й фактор) [2]. При оптимальных условиях сварки проведен анализ влияния 2-го фактора на свойства металла шва испытанием на одноосное растяжение круглых образцов ($l=10d$), вырезанных из швов различных листовых материалов (стали Ст3, 12Х18Н10Т, 10Х14Г14НЗТ, сплав АМг5) под углами $\alpha_i=0^0; 22^030; 45^0; 67^030; 90^0$ по отношению к направлению прокатки.

Для получения образцов с предельно одинаковыми размерами их обрабатывали в специальных шаблонах.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью числовой характеристики случайной величины - математического ожидания.

Рисунок 1. Влияние текстуры основного металла (кривые 1, 3, 5, 7) на механические свойства (а,б) металла шва (кривые 2, 4, 6, 8):

1,2 – сталь Ст3; 3, 4 – сталь 12Х18Н10Т; 5, 6 – сплав АМг5; 7, 8 – сталь 10Х14Г14Н3Т

В результате испытаний (рисунок. 1) выявлено, что текстура основного металла, обусловленная формой и направлением зерен, оказывает влияние на механические свойства металла шва. Чем более склонен к упрочнению металл, тем больше снижаются пластические свойства в направлении $\alpha_i=45^\circ$ по отношению к оси прокатки основного металла. Полученные данные подтверждаются результатами построения кривых упрочнения $\sigma_i=\sigma_i(\epsilon)$, показывающими, что наиболее значительно упрочнение металла переходной зоны и наименее значительно упрочнение металла шва[2].

Показатель степенной зависимости напряжения текучести от интенсивности деформаций, например, у сварных соединений из сплава АМг5 в переходной зоне имеет наибольшее значение 0,2 в то время как для металла шва он равен 0,15.

Сопоставление результатов механических испытаний образцов, вырезанных из металла сварного шва, расположенного под разными углами, и основного металла в направлении прокатки может характеризовать качество сварки и является показателем неоднородности механических свойств сварной листовой заготовки. Оценка неоднородности механических свойств исходной сварной заготовки необходима для определения ее прочности и пластичности и срока службы изделия.

В результате анализа статистических данных выявлено, что для оценки неоднородности механических свойств сварных листовых соединений в зависимости от угла α расположения шва по отношению к оси прокатки можно использовать следующее выражение:

$$K_{\text{нм}} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\sigma_{\text{вмш}}}{\sigma_{\text{вом}}} \right) + \left(\frac{\delta_{\text{мш}}}{\delta_{\text{ом}}} \right) \right]$$

где $\sigma_{\text{вмш}}$, $\delta_{\text{мш}}$, $\sigma_{\text{вом}}$, $\delta_{\text{ом}}$ – пределы прочности и относительные удлинения металла шва и основного металла в направлении прокатки, соответственно.

Формула справедлива при значениях $0,5 < K_{\text{нм}} < 1$. При $K_{\text{нм}}=1$ $\sigma_{\text{вмш}}=\sigma_{\text{вом}}$, $\delta_{\text{мш}}=\delta_{\text{ом}}$, Механические характеристики металла шва и основного металла равны, $K_{\text{нм}}=0,5$, например, при $\delta_{\text{мш}} \approx 0$ и $\sigma_{\text{вмш}}=\sigma_{\text{вом}}$ после значительных пластических деформаций.

Рисунок 2. Изменение критерия механических свойств различных сварных листовых соединений в зависимости от направления расположения шва относительно направления прокатки:

1, 2, 3 – стали Ст3, 12Х18Н10Т, 10Х14Г14Н3Т; 4 – сплав АМгб

В результате расчетов $K_{\text{нм}}$ (рисунок 2) подтверждено, что чем большей склонностью к упрочнению обладает металл, тем больше снижается $K_{\text{нм}}$ в направлении 45° по отношению к оси прокатки основного металла.

Результаты экспериментов по холодной прокатке сварных пластин показали, что неоднородность их пластической деформации является функцией степени обжатия, вида и состояния металла и характера расположения шва.

Неоднородное изменение размеров при степенях обжатия до 30-40% связано с уплотнением литой структуры металла шва. При прокатке алюминиевого сплава АМг5 со степенью обжатия $\approx 40\%$ плотность металла увеличивается до 0,2% по сравнению с плотностью исходной литой структуры. С повышением степени обжатия неоднородность течения элементов сварной пластины снижается: происходит выравнивание скорости течения вследствие выравнивания свойств основного металла и металла шва. Причем, чем большую склонность к упрочнению проявляет металл, тем меньше неравномерность течения и, соответственно, больше неоднородность деформации.

Для анализа влияния неоднородности сварных листовых заготовок на процесс изготовления оболочкообразных днищ на поверхность листовых заготовок наносилась координатная сетка.

Исследование проводили по методике, приведенной в работе [4], применительно к изготовлению ротационной вытяжкой оболочкообразных днищ двойной кривизны диаметром 1300мм ($D_3 = 1450\text{мм}$; $r_{\text{вн}}/l_0 = 12$) и толщиной 10мм из углеродистой стали Ст3.

Как показывают результаты исследований, деформации основного металла и металла шва одинаковые.

Радиус окружности, разделяющей зоны заготовка с различным напряженным состоянием, неодинаков (на внешней стороне равномерное двухосное растяжение начинается раньше, чем на внутренней части). Деформация на средней линии изделия по толщине такая же, как и на внешней части.

Различие деформаций ячеек координатной сетки, нанесенных на основной металл и металл шва, проявляется на наиболее упрочненной цилиндрической части днища. При этом локальная деформация металла шва выше, чем деформация основного металла, что обуславливает возможность появления разрывов в зоне сварного шва. Неоднородность деформации сварных заготовок с увеличением размеров изготавливаемого изделия возрастает.

В производственных условиях необходимо учитывать характер расположения шва по отношению к оси прокатки основного металла. Шов следует располагать под возможно меньшим углом к продольному направлению.

Список литературы:

1. Козлов Ю.И. Сапотницкий М.С. Изготовление днищ // М.:1968. № 8, С.37-38.
2. Козлов Ю.И. Особенности технологии изготовления днищ из сварных заготовок различных материалов // Экспресс-информация. М.: ЦИНТТИхимнефтемаш. Сер ХМ-9. 1982. 39 с.
3. Колмогоров В.Л. Напряжения, деформации, разрушение. М.: Металлургия, 1970. 230 с.
4. Томленов А.Д. Пластическое деформирование металлов. М.: Металлургия, 1978. 408 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 1(82)
Январь 2021

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+