

НАУЧНЫЙ
ФОРУМ
nauchforum.ru

ISSN 2618-9402



XXXIV Студенческая международная
заочная научно-практическая
конференция

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ
№11(34)**

г. МОСКВА, 2020



ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

*Электронный сборник статей по материалам XXXIV студенческой
международной научно-практической конференции*

№ 11 (34)
Ноябрь 2020 г.

Издается с февраля 2018 года

Москва
2020

УДК 62+51
ББК 30+22.1
Т38

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Волков Владимир Петрович – кандидат медицинских наук, рецензент АНС «СибАК»;

Елисеев Дмитрий Викторович – кандидат технических наук, доцент, начальник методологического отдела ООО "Лаборатория институционального проектного инжиниринга";

Захаров Роман Иванович – кандидат медицинских наук, врач психотерапевт высшей категории, кафедра психотерапии и сексологии Российской медицинской академии последиplomного образования (РМАПО) г. Москва;

Зеленская Татьяна Евгеньевна – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете;

Карпенко Татьяна Михайловна – кандидат философских наук, рецензент АНС «СибАК»;

Костылева Светлана Юрьевна – кандидат экономических наук, кандидат филологических наук, доц. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва;

Попова Наталья Николаевна – кандидат психологических наук, доцент кафедры коррекционной педагогики и психологии института детства НГПУ;

Т38 Технические и математические науки. Студенческий научный форум. Электронный сборник статей по материалам XXXIV студенческой международной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2020. – № 11 (34) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/11\(34\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/11(34).pdf)

Электронный сборник статей XXXIV студенческой международной научно-практической конференции «Технические и математические науки. Студенческий научный форум» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Оглавление

Секция 1. Технические Науки	5
МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТЬЕВОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ (УНУ ППД) В PETROLEUM EXPERTS Абрамов Павел Алексеевич Кутырев Антон Олегович	5
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ИМПОРТНОЙ ТЕХНИКИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА Афанасьев Айсен Станиславович Татьяна Федоровна	12
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ВОЛНОВОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ Вторушин Александр Иванович Мандаров Эрдэни Борисович	15
АНАЛИЗ РАБОТЫ ВАЛКОВОГО УЗЛА КЛЕТИ КВАРТО НЕПРЕРЫВНОГО СТАНА 2030 ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ПАО «НЛМК» Жураев Мухаммаджон Улмасжон угли Алещенко Александр Сергеевич	25
ОБЗОР МЕТОДОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ Измайлович Алёна Юрьевна Кривоносова Наталья Викторовна	30
КРИТЕРИИ ВЫБОРА СПОСОБА ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ Попова Ирина Владимировна	37
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ Самсоненкова Ирина Игоревна Цымбал Анжелика Андреевна Кривоносова Наталья Викторовна	41

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ «KRESS 200 CLLL COAL HAULER» И «БЕЛАЗ-75581». ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВИДА ТРАНСПОРТА ДЛЯ КАРЬЕРНЫХ РАБОТ Целищева Елизавета Алексеевна Саунин Егор Антонович Коста Людмила Александровна	48
ВНЕДРЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗЕМСНАРЯДА – АМФИБИЯ WATERMASTER CLASSIC V В РЕГИОНАХ АРКТИКИ Саунин Егор Антонович Коста Людмила Александровна	57
ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ЖИВУЧЕСТИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ И ПРОГРЕССИРУЮЩЕМ ОБРУШЕНИИ Симонова Юлия Владимировна Есипов Андрей Владимирович	62
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРОБИЛЬНОГО КОВША ВF 150.10 И ДРОБИЛЬНОГО КОВША НВС 13R Старикова Анастасия Олеговна Коста Артём Валерьевич Коста Людмила Александровна	66
АРМИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК УГЛЕВОЛОКНОМ Филимонов Александр Игоревич Бай Владимир Федорович	71
Секция 2. Физико-математические науки	82
АНАЛИЗ ПОНЯТИЙ ИМПУЛЬС И ОБОБЩЕННЫЙ ИМПУЛЬС В УРАВНЕНИЯХ ДИНАМИКИ Батуев Андрей Сергеевич	82
АНАЛИЗ ЭКВИАФФИННЫХ И АФФИННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРОСТРАНСТВА Суханов Михаил Евгеньевич	94
В РАСЧЕТАХ НОРМ СОВРЕМЕННОЙ МОРАЛИ ... (УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ) Царёва Алиса Александровна Климова Елена Васильевна	102

СЕКЦИЯ 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТЬЕВОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ (УНУ ППД) В PETROLEUM EXPERTS

Абрамов Павел Алексеевич

*студент,
ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

Кутырев Антон Олегович

*студент,
ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

Аннотация. В статье приводится описание технологии УНУ ППД и возможность ее моделирование в программном комплексе Petroleum Experts инструмент GАР.

Ключевые слова: Petroleum Experts, GАР, ППД, модель, скважина.

Устьевая насосная установка (УНУ) предназначена для нагнетания воды в пласт, с целью поддержания пластового давления на месторождениях нефтегазодобывающей отрасли.

Основной целью данной статьи является демонстрация возможности моделирования данной технологии в программном комплексе Petroleum Experts.

Данная технология применяется на скважинах:

- Работающих в режиме ОРЗ;
- При аварийном состоянии ВВД;
- С большим гидравлическим сопротивлением трубопроводов;
- При отсутствии инфраструктуры для организации закачки, или небольшая группа скважин системы ППД (малые или новые месторождения).

Виды технологий, используемые при закачке воды в пласт

В нефтедобывающей отрасли существует ряд технологий, с помощью которых выполняется закачка воды в пласт. Рассмотрим данные технологии:

1. УЭЦН в скважине с нижним расположением насоса («перевертыш»)

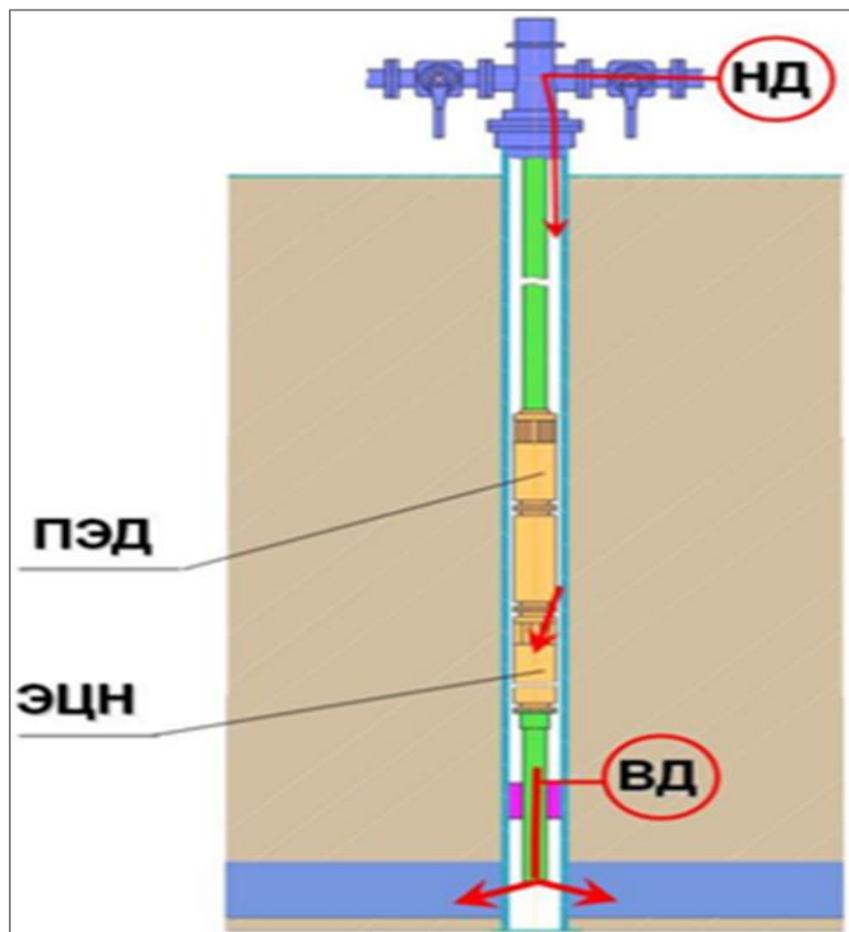


Рисунок 1. Конструкция скважины с УЭЦН для нагнетания воды в пласт

Через расходомер по приемной линии вода поступает в устьевую арматуру, к которой присоединен насос. Контроль давления производится манометром. Электродвигатель располагается в скважине и вращает вал насоса. Насос создает давление воды, необходимое для закачки. Жидкость с выкида насоса через колонну труб поступает в пласт.

Преимущество данной технологии заключается в обеспечении индивидуальных параметров закачки. Недостаток технологии – это вероятность отказа по причине электрохимической коррозии оборудования (ПЭД, кабель).

2. УЭЦН в шурфе

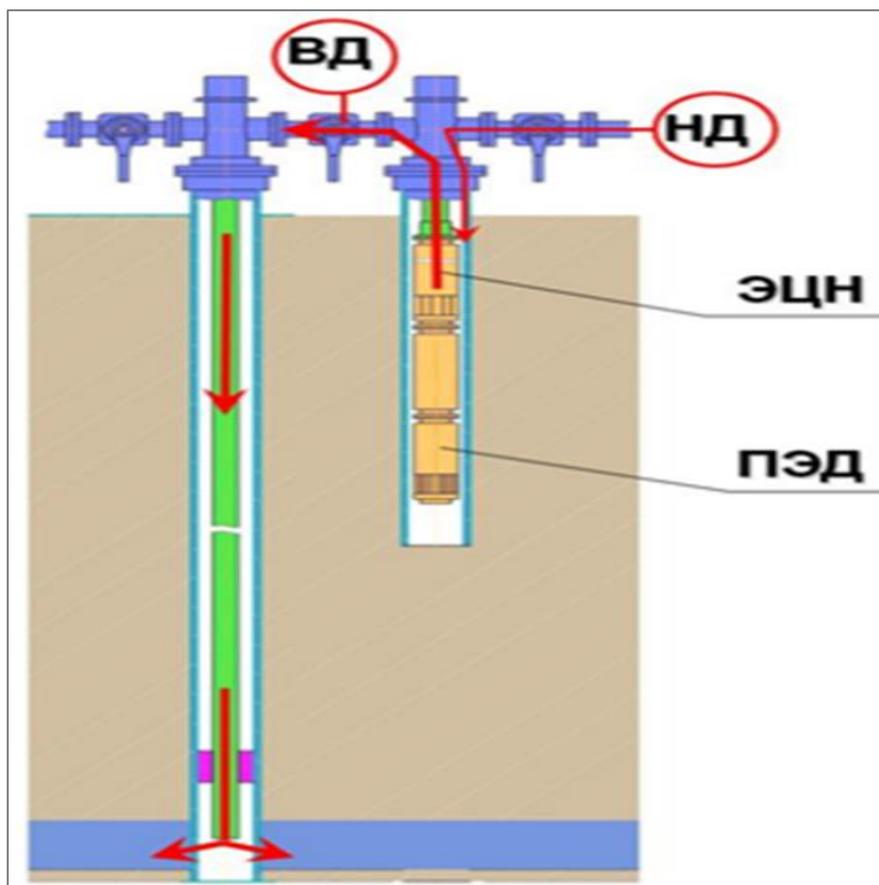
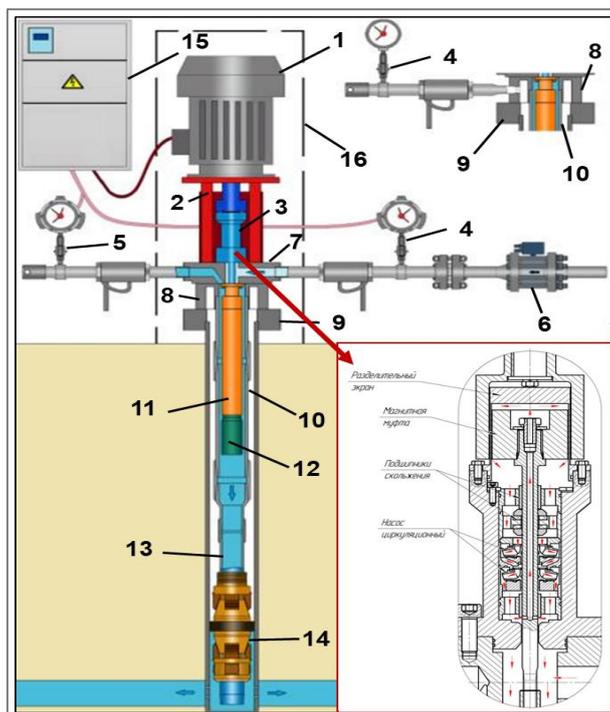


Рисунок 2. Конструкция скважины с УЭЦН в шурфе для нагнетания воды в пласт

Жидкость из пласта поступает на приемную сетку насоса, за счет вращения вала насоса электродвигателем. Насосом создается необходимый напор для подъема жидкости на устье скважины. Далее, через расходомер по приемной линии, вода поступает в устьевую арматуру нагнетательной скважины. Контроль давления осуществляется с помощью манометра.

Преимущество данной технологии заключается в обеспечении требуемых параметров закачки. Недостаток данной технологии – это вероятность отказа по причине электрохимической коррозии оборудования (ПЭД, кабель), наличие риска попадания жидкости закачки в водоносные горизонты пресной воды при не герметичности обсадной трубы шурфа, неработоспособность оборудования при наличии свободного газа в закачиваемом агенте.

3. УНУ ППД



1 – Электродвигатель, 2 – Подставка, 3 – Магнитная муфта, 4 – Электроконтактный манометр, 5 – Показывающий манометр, 6 – Установка расходомера, 7 – Корпус, 8 – Подвесной фланец, 9 – Колонный фланец, 10 – Труба ОТТМ (кожух), 11 – ЭЦН, 12 – Клапан ШОК, 13 – Колонна НКТ, 14 – Пакер, 15 – Станция управления, 16 – Теплоизоляция.

Рисунок 3. Конструкция устьевого насосной установки ППД

Управление частотой устьевого асинхронного электродвигателя осуществляется при помощи станции управления «Электрон-05». Функционал станции управления позволяет регулировать частоту, задавая ее циклические изменения с необходимой периодикой. При изменении частоты осуществляется циклическое изменение напорной характеристики ЭЦН и, как следствие, циклические изменения параметров закачки.

Через расходомер вода поступает по приемной линии в полость устьевого арматуры, к которой присоединен насос. Контроль давления в приемной линии производится электроконтактным манометром. Электродвигатель вращает вал насоса через эластичную муфту и промежуточный шлицевый вал с торцевым уплотнением. Насос создает избыточное давление воды, необходимое для закачки. Жидкость с выкида насоса через колонну труб поступает в пласт.

Преимущества данной технологии заключаются в снижении вероятности отказа ПЭД (располагается на устье скважины) по причине электрохимической коррозии, в снижении риска попадания жидкости закачки в водоносные горизонты пресной воды при не герметичности обсадной трубы за счет применения герметичного кожуха, в котором размещается УЭЦН (при расположении УНУ в «сухом шурфе»), а также в возможности проведения ГДИС (снятие термограммы по лифту, контроль профиля приемистости, давления, расхода). Недостаток – это вероятность отказа муфты.

Для сопоставления рассмотренных технологий проведем сравнение по энергоэффективности технологии УЭЦН в шурфе и УНУ ППД (таблица 1).

Таблица 1.

Энергоэффективность применения УНУ ППД по сравнению с УЭЦН в шурфе (на примере ЭД 75 кВт)

УЭЦН в шурфе	УНУ ППД
Схема подключения	
СУ+ТМППН->кабель КПБП->ЭЦН+ГЗ+ПЭД	СУ->кабель ВВГ->АД->ЭЦН
Потери КПД на трансформаторе	
2%	0%
Потери КПД на кабеле	
0,5%	0,2%
Потери КПД на двигателе	
15%	5%
Суммарный КПД установки	
0.829	0.948
Суточное потребление электроэнергии (кВт)	
2171	1898

В результате, при использовании технологии УНУ ППД на примере ЭД 75 кВт, суточное потребление электроэнергии составит 1898 кВт, при сравнении с 2171 кВт, полученных при использовании технологии УЭЦН в шурфе.

Моделирование технологии УНУ ППД в программном комплексе

Petroleum Experts инструмент GAP

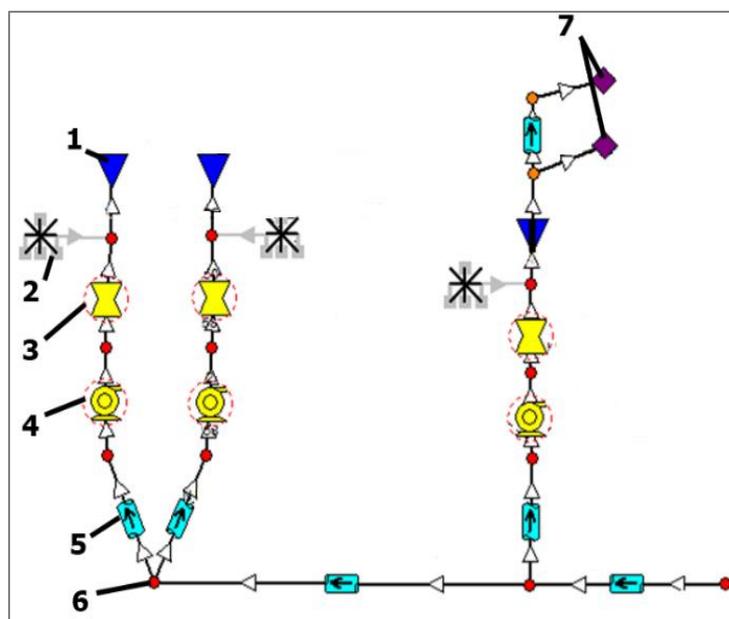
Дальше в статье речь пойдет о программном комплексе Petroleum Experts инструмент GAP, поэтому необходимо дать этим терминам четкое и понятное определение.

Petroleum Experts – это серия программ интегрированного моделирования разработки (Integrated Production Modelling, IPM), которая позволяет моделировать полную систему добычи от продуктивного пласта до систем поверхностного обустройства.

Инструмент GAP – это программа, предназначенная для оптимизации нефте- и газосборных сетей, которая позволяет объединить PROSPER (модель скважины) и MBAL (модель пласта) для создания полной модели месторождения. GAP позволяет моделировать системы добычи для нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений, а также системы нагнетания газа и воды.

При моделировании конкретной ситуации, необходимо адаптировать процессы, происходящие в пласте и настроить модель скважины на текущие параметры, после чего произвести объединение моделей-компонент в общей системе сбора.

Другими словами, для моделирования скважины с УНУ ППД, сначала необходимо учесть добычу нефти и закачку в пласте, а уже после задавать тип скважины (водонагнетательная) и отстраивать ее элементы (рисунок 4).



1 – нагнетательная скважина, 2 – манометр, 3 – штуцер, 4 – насос, 5 – трубопровод, 6 – точка системы, 7 – эксплуатационные объекты

Рисунок 4. Моделирование УНУ ППД в Petroleum Experts инструмент GAP

После построения элементов системы, необходимо задать буферное давление на манометре (2), напорно-расходные характеристики насоса (4) и скорость вращения электродвигателя. После этого изменяем давление в штуцере.

В результате получаем настроенную скважину на приемистость и забойное давление в сборе с устьевой насосной установкой. Это позволит нам выполнить несколько расчетов в модели.

Таким образом, при использовании кондиционных исходных данных в модели скважины и системе сбора, возможно выполнить оптимизацию системы закачки на нефтедобывающем промысле.

Список литературы:

1. Мануал по интегрированному моделированию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: - <http://itps.com/uploads/files/Petex%20IPM%20Brochure%20RUS.pdf> (дата обращения: 09.11.20).
2. Квеско Б.Б. Методы и технологии поддержания пластового давления: учебное пособие. Инфра-Инженерия, 2018 г. – 128 с.
3. Зейгман Ю.В. Эксплуатация систем поддержания пластового давления при разработке нефтяных месторождений: учебное пособие [Текст]/Ю.В. Зейгман // УГНТУ. - Уфа: Нефтегазовое дело, 2007. – 232 с.
4. Андреев И.И. Межскважинная и внутрискважинная перекачка воды в системе поддержания пластового давления [Текст] / И.И. Андреев, В.Г. Фадеев, Р.Б. Фаттахов, Г.А. Федотов. - М. : - ВНИИОЭНГ. - 2006. – 228 с.
5. Горбатиков В.А. Системы поддержания пластового давления в новых условиях [Текст] / В.А. Горбатиков, М.В. Зубов, А.А. Кислицын // Нефтяное хозяйство. - 2006. - № 1. - С.50-68.
6. Ибрагимов Н.Г. Оценка энергетических потерь, возникающих при неконтролируемой закачке воды в пласт через систему поддержания пластового давления [Текст] /Н.Г. Ибрагимов, В.Г. Фадеев, Г.А. Федотов, М.Ш. Каюмов, И.В. Владимиров // Нефтепромысловое дело. -2003. - № 12. С. 20-31.
7. Багманов А.А. Насосы центробежные системы ППД нефтяных месторождений. Исследование. Проектирование. Эксплуатация. [Текст] /А.А. Багманов. KG Germany.: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. -2012. - 98с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ИМПОРТНОЙ ТЕХНИКИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Афанасьев Айсен Станиславович

студент,

Северо-Восточный федеральный университет,

РФ, г. Якутск

Гаврильева Татьяна Федоровна

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,

Северо-Восточный федеральный университет,

РФ, г. Якутск

Аннотация. В работе представлен сравнительный анализ технико-экономических показателей отечественной и импортной техники автотранспортного предприятия, в климатический условиях Крайнего Севера, относящихся к их технико-экономическим показателям – часовой производительности, месячной выработке, балансовой стоимости, приведенных затрат.

Ключевые слова: сравнительный анализ, техника, отечественный, импортный, автотранспортное предприятия, климат.

В условиях Крайнего Севера из-за экстремального климата использования любой техники при любых работах имеет отрицательный характер на технико-экономических показателей машины.

Поэтому на автотранспортном предприятии находящемся в северных и приравненных к ним районах страны учитывают влияние холодного климата.

В зимний период увеличивает расход топлива, частота вынужденных ремонтов повышается, среднемесячная выработка техники сокращается, а себестоимость работы увеличивается.

В автотранспортных предприятиях идёт тенденция применения зарубежной техники взамен на отечественную, так как отечественная техника имеет ряд больших недостатков: частое появление неисправностей, низкую качество

сборки, заводские браки и плохую конструкцию. Эти недостатки существенно влияют на рентабельность техники.

А в северных районах, где автотранспортное предприятие имеющие более низкий уровень материального обеспечения и технического обслуживания из-за оторванности от основных районов страны, требуется техника имеющая более высокую надежность и производительность.

Импортная техника по сравнению с отечественным имеет лучшие технико-экономические показатели в условиях холодного климата.

Например, у импортного бульдозера наработка между капитальными ремонтами и часовая производительность выше (таблица 1).

Таблица 1.

**Средняя часовая производительность
отечественных и импортных бульдозеров**

Показатель	отечественные			импортные		
	ДЗ-126 (ДЗ-34С)	ДЗ-129 (ДЗ-94С)	Д9Н	Д355А-3	31В	Д9Л
Тяговый класс трактора	25	35	35	35	35	35
Номинальная мощность, кВт	221	250	302	302	313	343
Часовая производительность, м ³ /ч	50,5	46,2	89,3	90,9	99,4	106,8

Оценка технико-экономических показателей различных моделей промышленных тракторов в сравнении с отечественным трактором Т-130, выполненная Магаданским ВНИИ-1 (таблица 2), показывает, что с увеличением мощности двигателя значительно возрастают часовая производительность и годовая выработка машин и снижаются (несмотря на резкое увеличение их балансовой стоимости) приведенные затраты на кубометр горной массы [1].

Таблица 2.

Технико-экономические показатели отечественного трактора Т-130 и зарубежных промышленных тракторов, %

Показатель	Модель промышленного трактора				
	Т-130	Д ЭТ-250М	Д388А «Коману»	31В «Фнат-Аллис»	ДУ88А «Коману»
Мощность, %	100	188	256	265	387
Масса, %	100	200	278	326	405
Часовая производительность, %	100	256	461	504	719
Годовая выработка, %	100	233	707	722	951
Балансовая стоимость, %	100	377	881	1098	1521
Приведенные затраты на кубометр горной массы, %	100	78	59	68	62

Как показывает анализ, отечественные техники уступают импортным в технико-экономических показателях при эксплуатации в Крайнем Севере.

Это происходит из-за влияния ряда факторов: технологических, экономических и организационных, от конструирования и расчета техники до эксплуатации и обслуживания на автотранспортном предприятии.

Для повышение эффективности использование отечественной техники, нужно углубленное исследования процессов воздействия холодных климатических факторов на работу узлов и агрегатов техники, чтобы узнать конкретные мероприятия и технические рекомендации при разработке устойчивых к холодному климату Севера машин.

Список литературы:

1. Бояршинов А.Л. Надёжность и техническая диагностика автотранспортных средств : учебное пособие для вузов / А.Л. Бояршинов, В.А. Стуканов. - Москва: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2013.
2. Экспертиза и диагностика объектов и систем сервиса: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /Ю.Г. Сапронов.- М.: Издательский центр «Академия», 2008.-224с.
3. Ишков А.М., Кузьминов М.А., Зудов Г.Ю. Теория и практика надёжности техники в условиях Севера / Отв. Ред. В.П.Ларионов. - Якутск: ЯФ ГУ «Изд-во СО РАН», 2004.-313с.
4. Экономика и организация автотранспортного предприятия: учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. Е.В. Будриной. - М.: Издательство Юрайт, 2016. - 268 с. - Серия Бакалавр. Академический курс.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ВОЛНОВОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ

Вторушин Александр Иванович

магистрант,

*Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления,
РФ, г. Улан-Удэ*

Мандаров Эрдэни Борисович

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,

*Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления,
РФ, г. Улан-Удэ*

В последнее время активно исследуются и развиваются механизмы преобразования движения, в которых используется не зубчатое зацепление, а новый тип зацепления с помощью периодических дорожек качения и промежуточных тел качения, которые находятся в постоянном контакте с соответствующими поверхностями зацепляющихся звеньев, что позволяет реализовать многопарное зацепление. Это механизмы, в которых ролики или шарики не просто заменяют зубья зубчатого колеса, а, имея несколько степеней свободы, образуют механизмы принципиально новой конструкции, обладающие новыми функциями и параметрами. Теория зацепления данных передач долгое время имела прикладное значение в ракетно-космических и оборонных проектах. На сегодняшний день области применения таких передач - силовые передаточные механизмы, редукторов, приводов, мультипликаторов широкого назначения. Такие механизмы рассматривают как волновые передачи с промежуточными телами качения, в которых роль гибкого колеса играют тела качения и каждое из тел качения совершает волнообразное перемещение относительно жесткого колеса.

Технические особенности и преимущества волновой передачи с промежуточными телами качения:

- Высокое передаточное число.
- Высокие крутящие моменты на выходном звене.
- Компактность.

- Высокий КПД, составляющий 0,8-0,9, а в специальной конструкции – до 0,97.

- Малый момент инерции, высокий уровень динамичности.
- Малый угловой зазор.
- Малая вибрация.
- Высокая надежность и продолжительный срок службы.

Волновые передачи с промежуточными телами качения (ВПТК) являются гибридом двух видов передач - механических передач с промежуточными телами качения и волновыми зубчатыми передачами. Заимствовав лучшие качества обеих передач, ВПТК позволяет получить и новые преимущества, например, снижение нижнего предела передаточного числа по сравнению с волновыми зубчатыми передачами. Использование в данных передачах тел качения, которые выпускаются шарикоподшипниковой промышленностью, с высокой точностью геометрических размеров, требуемой шероховатостью рабочих поверхностей, термообработки, высококачественных марок сталей и др., что при соответствующем изготовлении жёсткого колеса и генератора обеспечивает длительный срок работы передач с сохранением их функциональности.

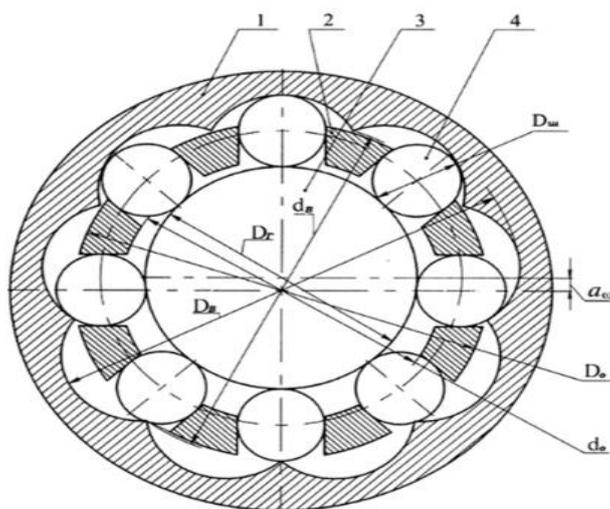


Рисунок 1. Волновая передача с промежуточными телами качения

Основой рассматриваемых передач является конструкция, представленная на рисунке 1. Генератор волн, эксцентрик 1, вращаясь, вызывает радиальные перемещения шариков 4 в пазах обоймы 3. Шарика 4 контактируют с поверхностями зубьев жёсткого колеса 2. Разность числа шариков и зубьев жёсткого колеса, обычно при эксцентриковом генераторе равная единице, обеспечивает редукцию движения выходного звена передачи. Выходным звеном могут служить обойма с шариками или жёсткое колесо, при фиксации одного из них относительно корпуса.

Конструкции передач с адаптивными генераторами, обеспечивающие зацепление без зазоров, позволяют повысить их качество прежде всего за счёт точности и долговечности.

Геометрические соотношения в данной передаче описываются с использованием заменяющего аксиального кривошипно-шатунного механизма (рисунок 2). Ведущим кривошипом является эксцентрик генератора. Длина ведущего эксцентрика равна величине эксцентриситета a_ω . Значение a_ω рекомендуется принимать равным $0,25d_{ш}$ [1], что приемлемо для данных передач. Линию, соединяющую центры шариков $O_{ш}$ и эксцентрика O_r , заменяет шатун. Назовём длину этой линии приведённым радиусом генератора R_Σ . Видно, что линия проходит через точку контакта шарика с генератором. Тогда $R_\Sigma = 0,5(D_r + d_{ш})$, где D_r , $d_{ш}$ - диаметры генератора и шарика [2]. Для геометрического расчёта будем использовать систему компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования - Mathcad.

Диаметр генератора и тел качения $D_r=52$ мм, $d_{ш}=5$ мм, соответственно. Исходя из этого, приведённый радиус генератора R_Σ равен 28,5 мм, а величина эксцентриситета равна 1,25 мм.

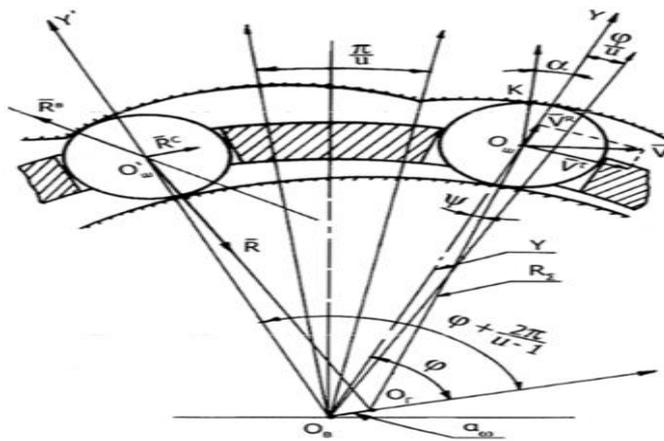


Рисунок 2. Схема кривошипно-шатунного механизма

Пазы обоймы, которые являются направляющими для шариков, выполнены радиальными. Поэтому считаем, что центры шариков движутся по оси пазов. Обозначив Y расстояние от центра шарика O_u до центра зубчатого венца жёсткого колеса O_k , (рисунок 7), получаем выражение:

$$Y = a_\omega \cos\varphi + \sqrt{R_\Sigma^2 - a_\omega^2 \sin^2\varphi} \quad (1)$$

где φ - текущий угол поворота входного звена.

Вычислив данное выражение, получаем значения расстояния от центра шарика до центра зубчатого венца (рисунок 3).

$t := 0, 0.1 .. 90$ (угол поворота входного звена)

$$Y(t) := a_\omega \cdot \cos(t) + \sqrt{(R_\Sigma)^2 - (a_\omega)^2 \cdot \sin(t)^2}$$

Y(t) =

29.75
29.743
29.724
29.692
29.647
29.591
29.523
29.445
29.357
29.26
29.156
29.045
28.929
28.809
28.686
...

Рисунок 3. Полученные значения расстояния от центра шарика до центра зубчатого венца

Выражение (1) определяет положение центра шарика. Для получения уравнений профиля зубьев жёсткого колеса, перейдём в систему координат, жёстко связанную с вращающимся венцом. Зубчатый венец жёсткого колеса вращается в u раз медленнее генератора, где u - число зубьев зубчатого венца и передаточное число передачи (если Z - число шариков, то $u = Z + 1$), и переход осуществляется поворотом системы координат на угол φ/u . В новой системе координат центр шарика $O_{ш}$ опишет траекторию, описываемую центром шарика. Профиль зуба опишет точка K на шарике. Отрезок $O_{ш}K$ перпендикулярен касательной к профилю зуба, и угол α является углом передачи движения профилю. Чтобы его определить, допустим, что скорость движения центра шарика V относительно венца имеет две составляющие: радиальную V^R , определить которую можно, продифференцировав (1) по φ с учётом того, что её производная по времени есть постоянная угловая скорость ω вращения входного звена:

$$V^r = - \frac{a_{\omega} \sin \varphi}{\sqrt{R_{\Sigma}^2 - a_{\omega}^2 \sin^2 \varphi}} * Y \quad (2)$$

и тангенциальную V^t , возникающую из-за вращения венца жёсткого колеса и равную $Y\omega/u$. Поскольку скорость шарика направлена по касательной к профилю, то α определится следующим выражением:

$$\tan \alpha = \frac{V^R}{V^t} = \frac{u a_{\omega} \sin \varphi}{\sqrt{R_{\Sigma}^2 - a_{\omega}^2 \sin^2 \varphi}} \quad (3)$$

На рисунке 4 представлены результаты вычислений выражений (2) и (3).

$V_r(t) =$	$V_t(t) =$	$\operatorname{tg}\alpha(t) =$	$\alpha(t) =$
0	169.845	0	0
8.179	169.808	0.048	0.048
16.266	169.697	0.096	0.096
24.17	169.513	0.143	0.142
31.804	169.258	0.188	0.186
39.084	168.936	0.231	0.227
45.929	168.549	0.272	0.266
52.268	168.102	0.311	0.301
58.034	167.6	0.346	0.333
63.169	167.049	0.378	0.362
67.622	166.454	0.406	0.386
71.353	165.822	0.43	0.406
74.329	165.159	0.45	0.423
76.528	164.473	0.465	0.435
77.935	163.77	0.476	0.444
...

Рисунок 4. Полученные значения радиальной и тангенциальной составляющих, и угла α .

Параметрические уравнения профиля зуба с учётом выражений (1) и (3) будут следующие:

$$X_{\text{пр}} = Y \sin \frac{\varphi}{u} + 0,5D_{\text{ш}} \sin(\alpha + \frac{\varphi}{u}) \quad (4)$$

$$Y_{\text{пр}} = Y \cos \frac{\varphi}{u} + 0,5D_{\text{ш}} \cos(\alpha + \frac{\varphi}{u}) \quad (5)$$

Решив данные параметрические уравнения, получаем координаты точек профиля зубчатого венца, представленные на рисунке 5.

$X_{\text{пр}}(t) =$	$Y_{\text{пр}}(t) =$
0	32.25
0.413	32.238
0.824	32.203
1.23	32.145
1.629	32.066
2.018	31.968
2.397	31.852
2.765	31.72
3.121	31.576
3.464	31.421
3.794	31.257
4.112	31.086
4.418	30.912
4.711	30.734
4.993	30.557
...	...

Рисунок 5. Координаты точек зубчатого венца

Для проверки правильности решения, построим, по полученным координатам, график (рисунок 6).

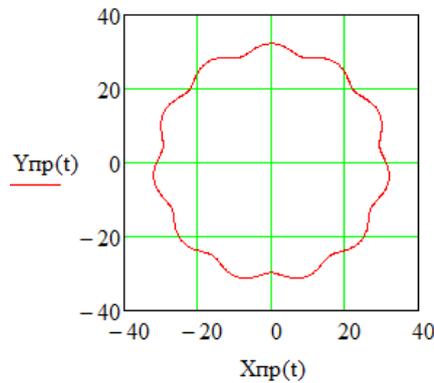


Рисунок 6. Профиль зубчатого венца

Важным кинематическим параметром передачи является коэффициент перекрытия, определяемый длиной рабочего участка линии зацепления. Зацепление шарика с профилем заканчивается в точке пересечения его с соседним профилем. Координаты точки пересечения двух соседних профилей определяются из трансцендентного уравнения [3].

$$X_{пр} = \tan \frac{\pi}{u} Y_{пр}. \quad (6)$$

Решив данное уравнение в среде MathCad, получаем следующие координаты точек пересечения профилей (рисунок 7).

$X1(t) =$
-0.218
-0.221
-0.232
-0.249
-0.273
-0.304
-0.34
-0.383
-0.431
-0.484
-0.544
-0.608
-0.679
-0.756
-0.839
...

Рисунок 7. Координаты точек пересечения профилей

Угол φ_1 , который соответствует концу линии зацепления, определяется из уравнении (4)-(6). Для этого угол φ заменяем углом φ_1 . Начало зацепления определяется из известного условия: движение не передается, если угол передачи движения меньше угла трения [4]. Угол соответствующий началу φ_0 зацепления, находится из соотношения (1), при замене φ_0 углом φ , с учётом коэффициента трения:

$$\varphi_0 = \arcsin\left(\frac{fR_{\Sigma}}{a_{\omega}\sqrt{u^2 + f^2}}\right)$$

где f - приведенный коэффициент трения.

$$\varphi_0 = 0,671$$

Для зубчатого венца жёсткого колеса диаметр выступов d_b определится из уравнений (4) и (5), при $\varphi=\varphi_1$. Диаметр окружности впадин находим из простого соотношения:

$$D_b = D_r + 2(a_{\omega} + d_{ш}).$$

$$D_b = 64,5$$

Диаметры обоймы - наружный D_0 и внутренний выбираются из условия, чтобы наружный диаметр обоймы был меньше диаметра выступов зубчатого венца жёсткого колеса, а наружный диаметр эксцентрика не касался внутреннего диаметра обоймы:

$$D_0 \leq d_b; D_r \geq 2a_{\omega}.$$

Рассмотрим изменения в работе передачи, обусловленные отклонениями параметров от идеально точных. При реальном проектировании механизма необходимо знать круг параметров, значения которых могут отклоняться от заданных, диапазоны этих отклонений, возможность управлять ими, а также определить чувствительность выходной функции к отклонениям входящих в неё параметров. В линейной постановке задача определения чувствительности обобщенной выходной функции $Y = (X_1, \dots, X_n)$ решается с помощью зависимости:

$$Y(X_1 + \Delta X_1, \dots, X_N) = Y(X_1, \dots, X_N) + \sum_{i=1}^n \frac{\partial Y(X_1, \dots, X_n)}{\partial X_i} \Delta X_i,$$

где X_1, \dots, X_n - значения параметров; $\Delta X_1, \dots, \Delta X_n$ - отклонения параметров.

Выходной функцией передачи является функция Y , определяемая из формулы (1). Чувствительность Y к отклонениям a_ω и R_Σ выражается частными производными по следующим параметрам:

$$\frac{\partial Y}{\partial a_\omega} = \cos \varphi - \frac{a_\omega \sin^2 \varphi}{\sqrt{R_\Sigma^2 - a_\omega^2 \sin^2 \varphi}} \quad (7)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial a_\omega} = 0,756$$

$$\frac{\partial Y}{\partial R_\Sigma} = \frac{R_\Sigma}{\sqrt{R_\Sigma^2 - a_\omega^2 \sin^2 \varphi}} \quad (8)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial R_\Sigma} = 1$$

Список литературы:

1. Янгулов В.С. Волновые и винтовые механизмы и передачи: учебное пособие / В.С. Янгулов.- Томск: Изд-во ТПУ, 2011.- 184 с.
2. Янгулов В.С. Механические зубчатые передачи повышенной точности и долговечности / В.С. Янгулов. - Томск: Изд-во ТПУ, 2008. - 118 с.
3. Беляев А.Е. Механические передачи с промежуточными телами повышенной точности и долговечности / А.Е. Беляев. - Томск: ТПИ, 1986. - 60 с.
4. Беляев А.Е. Механические роликовые передачи / А.Е. Беляев. - Новоуральск, Томск: ЦНТИ, 1994. - 120 с.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ВАЛКОВОГО УЗЛА КЛЕТИ КВАРТО НЕПРЕРЫВНОГО СТАНА 2030 ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ПАО «НЛМК»

Жураев Мухаммаджон Улмасжон угли

студент,

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
РФ, г. Москва

Алещенко Александр Сергеевич

научный руководитель,

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
РФ, г. Москва

Для поддержания рыночной конкурентоспособности прокатки полосы, особое внимание уделяется повышению качества и производительности производства. Двумя наиболее важными характеристиками, которые оказывают большое влияние, как на процесс прокатки, так и на качество продукта, являются форма и профиль полосы.

Для совершенствования процесса листовой прокатки предложены и реализуются различные методы прокатки. Один из перспективных методов по уменьшению разнотолщинности в тонколистовой прокатке является применение клеток со скрещивающимися валками (рисунок 1). Такие клетки предлагают управление формы и профиля полосы за счет небольшой регулировки угла между верхними и нижними осями валков. Такие клетки используются как на станах горячей листовой прокатки, так и на станах холодной листовой прокатки.

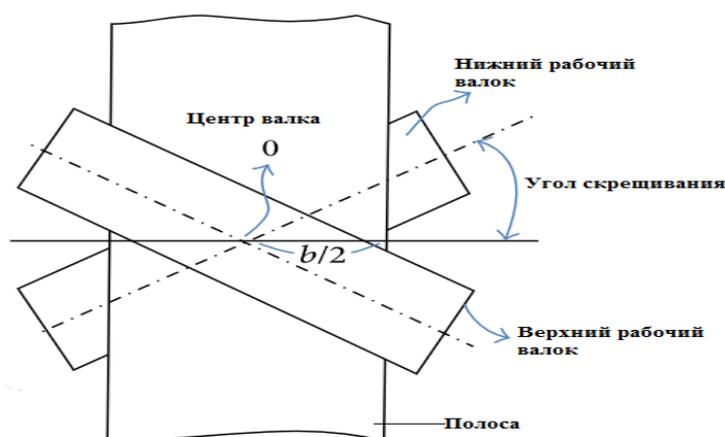


Рисунок 1. Прокатка полосы со скрещивающимися валками

На рисунке 1 показано скрещивание рабочих валков, где $b/2$ – половина ширины полосы.

Этот метод является одним из наиболее эффективных и имеются несколько видов скрещивания валков. Основными видами скрещивания валков являются:

- Только опорные валки
- Только рабочие валки
- Рабочие и опорные валки (попарно-скрещивающиеся клетки (РС-клетки))

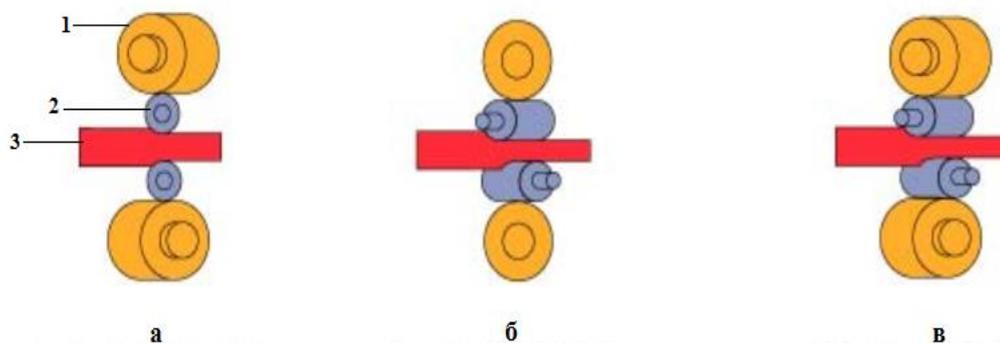


Рисунок 2. Скрещивание валков: а) скрещивание только опорных валков: 1 - опорный валок; 2 – рабочий валок; 3 – полоса; б) скрещивание только рабочих валков; в) попарное скрещивание валков

Но при этом, в прокатном стане очень редко или почти не применяют скрещивание только рабочих валков. Причиной этому служат осевое давление и износ валков. Поэтому, еще более улучшенным вариантом скрещивания валков считается построение специального опорного валка под рабочий валок, повернутого на угол скрещивания.

Задачей исследования является построение математической модели клетки кварто стана 2030 холодной прокатки и на её примере узнать, как влияют разные способы скрещивания валков на изгиб рабочих и опорных валков.

Математическая модель была построена в программе SolidWorks (2018 года выпуска), расчеты проводились с использованием SolidWorks Simulation. Давалась максимальная нагрузка на валки, равная 30 МН. Стоит отметить, что

максимальным углом скрещивания является 2° , ровно настолько скрещивались рабочие и опорные валки при моделировании.

На стане 2030 холодной прокатки катаются десятки видов сталей с разными видами марок, размеров исходной заготовки и режимами обжатий по клетям. Все исходные данные геометрических размеров полосы и рекомендуемые параметры прокатки, которые будут использоваться в этой работе, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Значения параметров для расчета режима прокатки

Геометрические размеры полосы, мм			Рекомендуемые параметры прокатки		
Начальная толщина	Конечная толщина	Ширина	Относительное обжатие по клетям, %	Удельное натяжение полосы в межклетевых промежутках,	
				кгс/мм ²	МПа
1	2	3	4	5	6
3,00	0,70-0,74	900-1850	30-35	10-16	1,0-1,6
			32-32	10-15	1,0-1,5
			30-33	10-15	1,0-1,5
			20-28	9-15	0,9-1,5
			1-6		

Ширина листа в данной работе равна 1800 мм. И с помощью формулы длины дуги захвата подсчитано значение, равное 23,5 мм. Все эти размеры учитывались при моделировании.

В первую очередь, построена модель традиционного валкового узла, затем происходило скрещивание опорного валка, рабочего валка и попарное скрещивание. Все результаты воздействия разных способов скрещивания на валки приведены в таблице 2.

Следующим этапом работы являлась построение модели специального опорного валка для рабочего валка, развёрнутого на 2° . В процессе моделирования была замечена, что данный валок имеет форму гиперboloида.

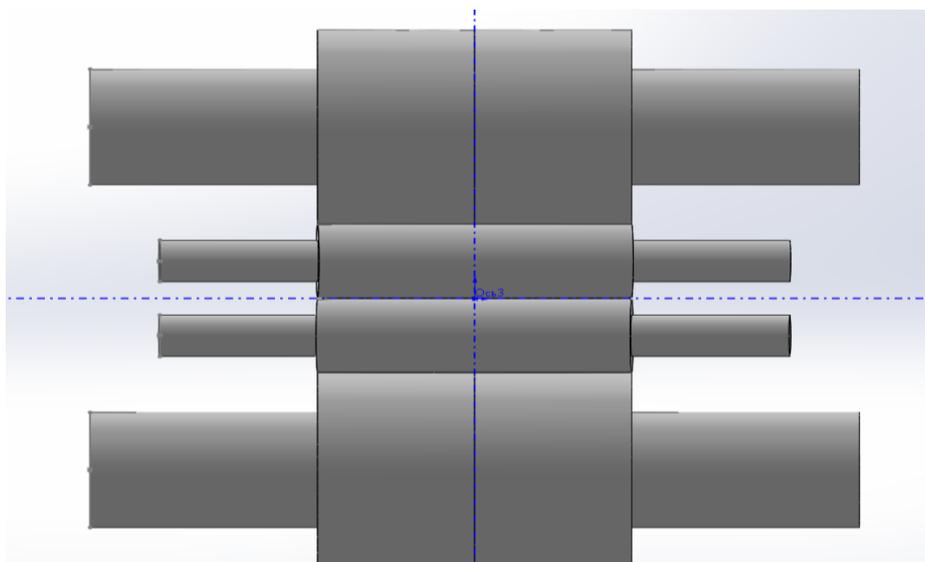


Рисунок 3. Клеть с гиперболоидным валком

Максимальный изгиб в данной конструкции составляет 0,548 мм, и она находится в центре бочки рабочего валка, как показано на рисунке 4.

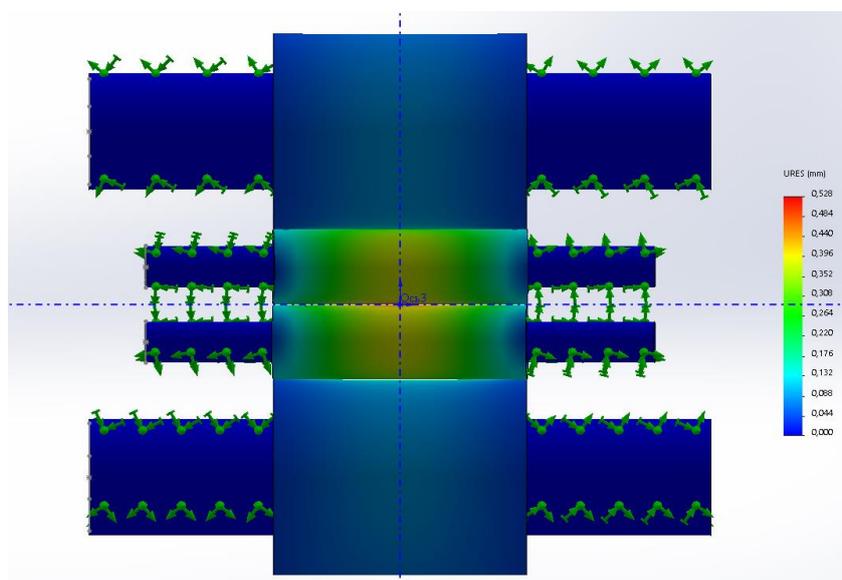


Рисунок 4. Результаты исследования на изгиб валков при скрещивании с гиперболоидным опорным валком

Для более подробного анализа всех видов скрещивания и выбора наилучшего из них, составлена таблица 2, где отображаются все значения исследования.

Таблица 2.**Результаты исследования**

Способ скрещивания	Показатели			
	Напряжение, МПа	Перемещение, мм	Коэффициент запаса прочности	
	Максимальное	Максимальное	Максимальное	Минимальное
Обычная прокатка	351,6	0,548	309 644,6	1,337
Скрещивание только опорных валков	424,9	0,565	321 461,0	1,106
Скрещивание только рабочих валков	413,3	0,559	300 456,8	1,137
Попарное скрещивание	413,8	0,552	298 550,2	1,136
Скрещивание с гиперболоидным опорным валком	334,1	0,528	364 588,5	1,407

Заключение

1. Результаты показывают, что скрещивание рабочего валка с построением специального гиперболоидного опорного валка снижает изгиб валков.

2. Данный способ позволяет расширить охват поперечного профиля полосы, тем самым контролирует и улучшает планшетность полосы, которая является одной из ключевых факторов качества полосы.

3. Еще одно существенное преимущество данной схемы и калибровки валков является устранение разнотолщинности полосы. При скрещивании рабочего валка, валок смещается и разнотолщинность полосы также сдвигается от центра бочки валка, т.е. от центра полосы. На краях полосы и ближе к ним данная проблема полностью устраняется.

ОБЗОР МЕТОДОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Измайлович Алёна Юрьевна

студент,

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет

телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,

Санкт-Петербургский колледж телекоммуникаций им. Э.Т. Кренкеля,

РФ, г. Санкт-Петербург

Кривоносова Наталья Викторовна

научный руководитель,

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет

телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,

Санкт-Петербургский колледж телекоммуникаций им. Э.Т. Кренкеля,

РФ, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В условиях цифровой экономики достаточно остро встал вопрос сбора данных о пользователях цифрового мира, в целях использования этих данных, способов обработки и хранения. Данные сегодня стали очень дорогим товаром, поэтому средств сбора информации становится все больше и больше.

В связи с этим социальная инженерия, как один из способов получения информации о пользователе, становится все более популярной. Работа будет посвящена обзору методов социальной инженерии и определению рекомендаций по цифровой культуре человека.

В последнее время у многих на слуху такой термин, как социальная инженерия. Он появился еще 90-х годах, впервые его использовал Квин Митник. Научные школы мира делают разные акценты в определении социальной инженерии. В данной работе сделаем акцент на психологическом воздействии на человека и определим социальную инженерию как метод несанкционированного доступа к информации, основанный на особенностях психологии людей. Основной задачей социальной инженерии является получение конфиденциальной информации, такой как логины, пароли, реквизиты банковских карт, налоговые отчеты и т.д.

Методы социальной инженерии используются в:

- финансовых махинациях;
- ведении конкурентной развертки;
- хищении клиентских баз данных;
- хищение информации о сотрудниках с целью «переманивания»;
- получение информации о компании;
- доступе к конфиденциальной информации и т.д.

Чаще всего методы социальной инженерии используют кибермошенники, которые могут в своей работе использовать психологические приемы и устанавливать доверительный контакт на основе информации, полученной из открытых источников – социальных сетей, форумов, отзывов на сайтах электронной коммерции.

Прежде чем сформулировать правила цифровой культуры человека необходимо провести обзор основных методов социальной инженерии. Стоит отметить, что с каждым днем количество методов увеличивается и кибермошенники используют все более глубокие методы психологического воздействия.

Обзор методов социальной инженерии представлен в таблице. Основными направлениями в обзоре определены объект социальной инженерии, описание метода и меры противодействия.

Таблица 1.

Обзор методов социальной инженерии

Метод социальной инженерии	Объект	Описание метода	Меры противодействия
Претекстинг	Человек	Психологическая манипуляция	Проверка информации в достоверных источниках
Фишинг	Человек	Способ получения информации основан авторизации данных в различных системах	Авторизация только в проверенных системах
Троянский конь	Человек	Внедрение вредоносной программы на компьютер	Использование программных систем для обнаружения и предотвращения вредоносного программного обеспечения

Метод социальной инженерии	Объект	Описание метода	Меры противодействия
Кви про Кво	Человек	Получение информации происходит под психологическим влиянием на неквалифицированного сотрудника	Наличие регламентов по безопасности
Дорожное яблоко	Человек	Способ получения информации с помощью физического объекта	Ограничение доступа к съемным носителям.
Обратная социальная инженерия	Человек	Информация передается злоумышленнику с помощью открытого доступа	Наличие регламентов по безопасности, а также инструкций, к которым пользователь должен всегда иметь доступ.

Претекстинг – это методика психологической манипуляции, отработанная по определенному, заранее составленному сценарию, в результате которого жертва может сообщить какую-либо информацию или совершить определенное действие.

Цель: получение конфиденциальной информации для доступа к банковскому счету. Диалог злоумышленника и жертвы построен по специальному сценарию, предполагающему действия от официального представителя с целью защиты банковских продуктов жертвы. Оказанное таким образом психологическое воздействие может привести к предоставлению жертвой данных банковской карты. Итогом данного метода является перевод денежных средств жертвы на счет мошенника.

Фишинг – техника интернет-мошенничества, направленная на раскрытие авторизационных данных различных систем, таких как пароли и логины.

Пример: отправка делового письма из домена компании, которое сотрудники принимают как достоверное. Данный метод позволяет злоумышленнику получить служебные данные от сотрудника.

Троянский конь – метод, который основан на увлечениях и интересах пользователя. Вредоносное программное обеспечение прикрепляется к программному обеспечению, которое как правило используется для развлечений

и организации досуга. Вариацией метода троянский конь является дорожное яблоко, который предполагает наличие вредоносного программного обеспечения на физическом носителе.

Кви про кво (услуга за услугу) – техника основанная на работе с неквалифицированными и неопытными сотрудниками компании. Пример: Звонок от злоумышленника, представившегося сотрудником техподдержки. Такая техника направлена на получение информации о телекоммуникационной сети, что в последствии может дать возможность к определению основных уязвимостей компьютерной сети компании и организации атак через эти уязвимости.

Обратная социальная инженерия – направлена на создание ситуации, при которой жертва сама обратится к злоумышленнику. Пример: отправка контактов технической поддержки на электронную почту. Сотрудник получивший такие контакты обращается в техническую поддержку при этом распространяя данные по параметрам инфокоммуникационной сети.

На диаграмме представлена статистика за 2018 и 2019 годы, в ней отображены данные о том «какие сотрудники чаще всего вступают в переписку со злоумышленником»? В результате опроса было опрошено 1000 человек: 310 рядовых сотрудников; 250 руководителей отдела; 190 специалистов юридического, административного и финансового подразделения; 130 руководителей департамента; 90 IP специалистов; 30 сотрудников отдела информационной безопасности. В 88% случаев в переписку вступают сотрудники компании, не являющиеся IT специалистами (бухгалтеры, юристы, менеджеры и т. п.). Каждый четвертый сотрудник, вступавший в переписку, являлся руководителем отдела. Среди вступивших в переписку были и специалисты по информационной безопасности, и хотя они были в меньшинстве (3%), это лишний раз показывает, что социальная инженерия — мощный инструмент в руках злоумышленников, и даже самые осведомленные в вопросах ИБ сотрудники могут ошибиться.



Рисунок. Статистика за 2018 и 2019 годы

Меры противодействия

Основным средством защиты от методов социальной инженерии является обучение сотрудников. Все работники компании должны быть проинформированы об опасности раскрытия персональной и конфиденциальной информации компании, а также о способах предотвращения утечки данных. Кроме того, сотрудник компании, с учетом его должности или подразделения, должен иметь инструкцию о том, что можно говорить собеседнику, какую информацию можно предоставлять технической поддержке, а так же что должен сообщить сотрудник компании для получения информации от другого сотрудника.

Можно выделить следующие правила:

- 1) пользовательские учетные данные являются собственностью компании;
- 2) обязательное обучение сотрудников по направлениям цифровой «гигиены»;

- Обязательным является наличие регламентов по безопасности, а также инструкций, к которым пользователь должен всегда иметь доступ. В

инструкциях должны быть описаны действия сотрудников при возникновении той или иной ситуации.

- На компьютерах сотрудников всегда должно быть актуальное антивирусное программное обеспечение.

- На компьютерах сотрудников также необходимо установить брандмауэр.

- В корпоративной сети компании необходимо использовать системы обнаружения и предотвращения атак.

- Все сотрудники должны быть проинструктированы, как вести себя с посетителями. Регламент по поведению с посетителем.

- Необходимо максимально ограничить права пользователя в системе. Ограничить доступ к съемным носителям.

В ходе выполнения обзора методов социальной инженерии был проведен опрос «Являлись ли вы жертвами социальной инженерии?».

Количество респондентов:

- 40 человек в возрасте от 15 до 18 лет (подростки);
- 70 человек в возрасте от 19 до 25 лет;
- 20 человек в возрасте от 26 и выше;

В основном люди в возрасте от 19 до 25 лет становились жертвами социальной инженерии, большое количество опрошенных подростков не становились жертвами социальной инженерии. Люди в возрасте от 25 и выше в основном проявляли бдительность, и их не смогли обмануть.

Результаты опроса представлены на графике, на основе которых можно сказать, что 38,6% опрошенных людей не подвергались воздействию социальной инженерии, 18,6% не проявили бдительность и поддались психологическому влиянию, 42,8% были осведомлены о мошенниках и смогли защитить свою информацию от них.

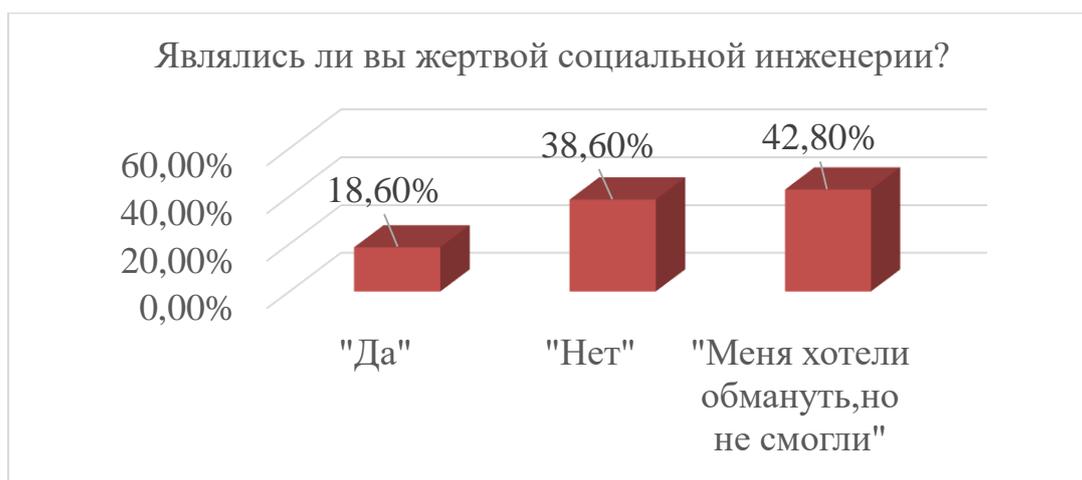


Рисунок 2. Результаты опроса

Тема социальной инженерии с каждым днем становится все актуальней, в мире каждый день происходит утечка информации с различных источников и различными методами. Нужно постоянно расширять свои знания в сфере информационной безопасности, для того чтобы не стать жертвой. Таким образом, цифровая культура человека требует дополнительных исследований не только в социальной инженерии и работе с банковскими продуктами, но и в целом в цифровой экономике.

Список литературы:

1. Кузнецов М.В., Симдянов И.В. Социальная инженерия и социальные хакеры. СПб : БХВ-Петербург, 2007 г. 420 с.
2. EFSOL. Социальная инженерия – как не стать жертвой. - [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <https://efsol.ru/articles/social-engineering.html>
3. Хэднеги К. Искусство обмана. Альпина Паблишер, 2020 г. 430 с.
4. Positive Technologies. Как социальная инженерия открывает хакеру двери в вашу организацию. - [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/social-engineering/>.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА СПОСОБА ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Попова Ирина Владимировна

магистрант,

Рязанский государственный радиотехнический университет

им. В.Ф. Уткина,

РФ, г. Рязань

В большинстве предприятий как крупных, так и малых используются различные информационные системы для автоматизации и оптимизации работы сотрудников компании. Как правило, одна система не может удовлетворить все потребности компании и используются несколько информационных систем одновременно. Совокупность информационных систем представляет собой информационное пространство компании. А к интеграционному контуру отнесем совокупность систем из информационного пространства компании, для которых решается задача интеграции.

Любой разработчик, который внедрял или сопровождал крупные системы, рано или поздно сталкивался с проблемой интеграции и понимает, что, в большинстве случаев, реализовать взаимодействия модулей, написанных разными людьми, на разных языках, достаточно сложно.

В общем случае процесс проектирования интеграции информационных систем включает:

1. Определение системы – источника и системы –приёмника.
2. Выявление соответствия между объектами источника и приемника.
3. Определение протокола интеграции.
4. Разработка алгоритмов постобработки данных (после переноса в одну из сторон).

Осуществить интеграцию информационных систем компании можно различными способами:

- обмен через промежуточные файлы (.txt, .csv, .xml, .dbf);
- технология RDF;
- использование механизма OLE Automation;

- HTTP-соединение;
- интеграционные шины.

При выборе способа интеграции важно грамотно проанализировать программные продукты, которые в конечном итоге будут взаимодействовать, и определить факторы, влияющие на саму интеграцию и/или на время её разработки.

При принятии конечного решения важно понимать, что основная цель интеграции информационных систем компании – это решение задач бизнеса. Поэтому вес каждого критерия определяется текущими условиями и решаемыми задачами. Выделим и рассмотрим несколько важных критериев:

- Возможность всех систем интеграционного контура использовать выбранный способ интеграции.

Различные приложения могут быть реализованы в разных архитектурных стилях и парадигмах разработки. Есть приложения, обеспечивающие интеграционные механизмы, есть приложения, таких механизмов не имеющие. Если в приложении реализуется единственный способ интеграции «Обмен через промежуточные файлы», то все приложения из информационного пространства компании, входящие в интеграционный контур, должны иметь возможность обмениваться файлами и работать с предоставляемыми каждым приложением форматами.

- Возможность внесения изменений в системы интеграционного контура.

Если для обеспечения интеграции систем возникает необходимость доработки какого-либо приложения, то требуется обязательно оценить трудозатраты и временные затраты на выполнение доработки, а также обратить внимание на наличие специалистов с необходимыми компетенциями в компании или на рынке труда.

- Уровень связанности систем.

В зависимости от избираемой модели интеграции возможна ситуация, когда становится невозможной передача данных. Например, если используется интеграция приложений посредством вызова удаленных функций, следует

оценить готовность приложения к работе в схеме, когда отсутствует система-потребитель данных.

- Временные задержки доставки данных.

Независимо от типа выбранной интеграции и подходов к формированию отправляемой информации возникают ограничения на периодичность и скорость передачи данных. Возникают временные задержки получения данных, которые могут влиять на бизнес-процессы компании. Важно обратить на это внимание при принятии решения об интеграции.

- Требования к надежности передачи данных.

При интеграции приложений должна быть обеспечена надежность доставки данных. Поэтому важно проанализировать поддерживаются ли используемые механизмы функциональности по обеспечению надежности в приложениях.

- Требования к защите данных.

Это одно из ключевых требований бизнеса в настоящее время. Различные приложения, попадающие в интеграционный контур, могут обеспечивать защиту данных путем шифрования или использования защищенных каналов передачи. Следует оценить требования по обеспечению защиты данных при интеграции систем.

Применяя критерии выбора к приведенным выше способам интеграции, можно определить следующие рекомендации:

- При интеграции небольшого количества систем с низкой интенсивностью обмена данными можно использовать файловый. Если в компании планируется рост количества интегрируемых систем, интенсивность и сложность обмена, то такой способ применять не рекомендуется.

- ННТР-соединение подходит для организации обмена в едином технологическом стеке. Как правило, в этом случае требуется доработка систем для обеспечения работы с данными интегрируемых приложений для обеспечения высокой скорости обмена. Данный способ характеризуется высокой сложностью обслуживания и масштабирования.

- Обмен сообщениями посредством сервисной шины предприятия имеет наиболее сбалансированный характер, даже при небольшом количестве систем и несложных интеграционных ландшафтах. А высокая скорость обмена и слабая связанность приложений делают такую схему подходящей для интеграции большого количества приложений с последующим масштабированием решения.

Список литературы:

1. Галушка И.Н. Особенности построения информационных пространств промышленных предприятий на основе связанных данных / И.Н. Галушка, С.С. Щербак // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: Сборник трудов 4-й Международной научно-технической конференции (г. Минск, Республика Беларусь, февраль 2014 г.). – С. 491–494.
2. Когаловский М.Р. Перспективные технологии информационных систем [Текст] / М.Р. Когаловский. – М.: ДМК Пресс, 2003. – 288 с.

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ

Самсоненкова Ирина Игоревна

студент,

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет

телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,

Санкт-Петербургский колледж телекоммуникаций им. Э.Т. Кренкеля,

РФ, г. Санкт-Петербург

Цымбал Анжелика Андреевна

студент, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет

телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,

Санкт-Петербургский колледж телекоммуникаций им. Э.Т. Кренкеля,

РФ, г. Санкт-Петербург

Кривоносова Наталья Викторовна

научный руководитель,

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет

телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,

Санкт-Петербургский колледж телекоммуникаций им. Э.Т. Кренкеля,

РФ, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В условиях цифровизации экономики вместе с удобством работы с сервисами пришли и проблемы безопасности. Объекты КИИ и банковские информационные системы подвергаются атакам злоумышленников с частотой, увеличивающейся в геометрической прогрессии. Для противостояния атакам необходимы определенные ресурсы. Одним из таких ресурсов и являются системы обнаружения вторжений (СОВ). Данная работа будет посвящена обзору рынка существующих систем обнаружения вторжений и формированию рекомендаций по определению перечня функциональных возможностей системы согласно требований заказчика.

На сегодняшний день такие традиционные средства защиты, как межсетевой экран и антивирусное программное обеспечение не могут обеспечить должный уровень защиты инфокоммуникационной сети компании. Программно-аппаратные средства получения несанкционированного доступа сегодня представляют собой сложные и многофункциональные программные

и технические решения, противостоять которым - одна из главных задач в отрасли безопасности инфокоммуникаций. Системы обнаружения вторжений (далее - СОВ) - это один из инструментов, который решает эту задачу.

Определений системы обнаружения вторжений в научной литературе много. В данной работе будет принято определение СОВ как программного или программно-технического средства, предназначенного для автоматизированной регистрации подозрительных действий, наблюдения за сетевой и системной активностью, обнаружения вредоносных действий и нарушений политики безопасности.

Как правило, любая СОВ состоит из нескольких компонентов: сенсоры; центр распределения регистрационной информации; модуль анализа информации и принятия решений; хранилище данных.

Сенсоры просматривают сетевой трафик, центры распределения передают данные анализаторам, итогом работы которых является вывод информации в административный интерфейс. На рисунке 1 представлена структура типовой СОВ.

Основными задачами такой системы является распознавание возможных подозрительных активностей, хранение сведений о них и составление отчетов о попытках взлома.

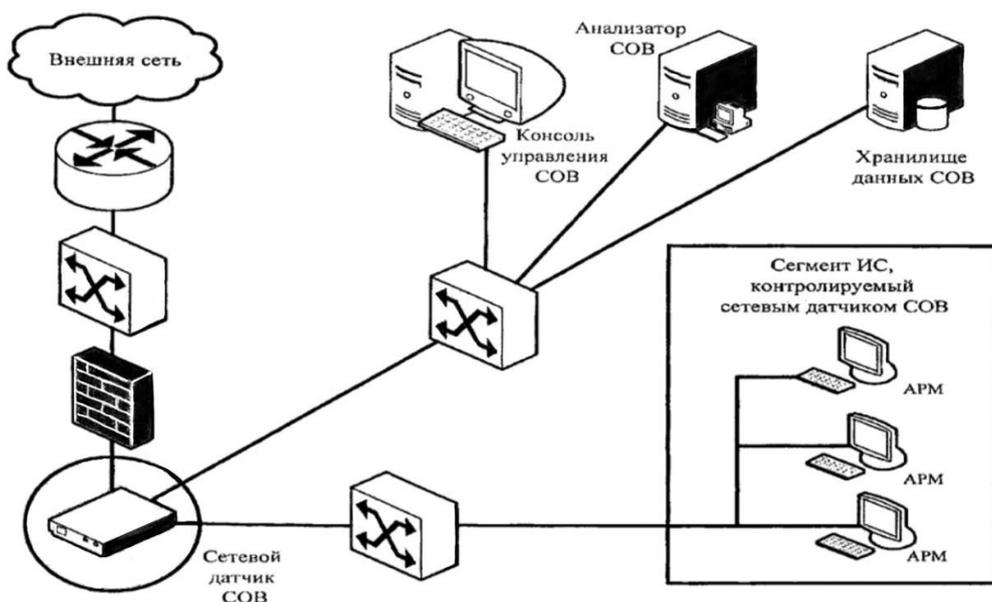


Рисунок 1. Структура СОВ

Как правило, существующие на рынке СОВ являются “коробочными решениями”, функционал которых заранее определен компанией-разработчиком. При этом покупка и сопровождение такого решения не всегда доступна для предприятий малого и среднего бизнеса. Поэтому актуальной задачей во многих компаниях является разработка собственной СОВ на основе дифференцированного подхода к определению базового функционала. Прежде чем определить базовые требования к СОВ, необходимо провести обзор наиболее популярных “коробочных” решений на российском рынке.

В работе будет проведено сравнение решений ViPNet IDS HS, Ребус-СОВ и Кречет. В таблице 1 представлено сравнение указанных СОВ по таким параметрам, как класс защиты, функциональные возможности, достоинства, заявленные разработчиком.

Программно-аппаратный комплекс ViPNet IDS работает по принципу динамического анализа сетевого трафика, начиная с канального уровня и заканчивая прикладным уровнем модели взаимодействия открытых систем (OSI). Программный комплекс «Ребус-СОВ» предназначен для обнаружения и блокирования угроз безопасности информации внешних и внутренних атак. СОВ «КРЕЧЕТ» – система уровня сети, которая автоматически выявляет несанкционированные действия в информационной системе.

Таблица 1.

Сравнение указанных СОВ

	ViPNet IDS HS	Ребус-СОВ	Кречет
Производитель	ОАО «ИнфоТеКС»	Научно-исследовательский институт «Центрпрограммсистем»	Научно-производственное предприятие «Гамма»
Класс защиты	IV	II	IV
Функциональные возможности	<ul style="list-style-type: none"> • сбор событий из источников обнаружения вторжений (ViPNet IDS); • анализ событий; • автоматическое категорирование инцидентов; • система оповещения; • предоставление дополнительной информации по инцидентам; • графический интерфейс системы мониторинга; • формирование отчетов; • ручное управление инцидентами; • работа в режиме реального времени. 	<ul style="list-style-type: none"> • анализирует сетевой трафик сигнатурный анализ журналов аудита операционной системы и прикладного программного обеспечения; • контроль нештатных сетевых подключений; • работа в режиме реального времени визуализация статистики о вторжениях; • центральное управление блокировкой станций и сетевого трафика; • формирование отчетов. 	<ul style="list-style-type: none"> • встраивается в сетевую инфраструктуру; • подключение в порт зеркалирования пограничного сетевого устройства; • сигнатурный и эвристический анализ актуальных атак; • выявляет: -плохой трафик и использование эксплоитов; • сканирование системы и атаки на службы (Telnet, FTP, DNC); • атаки, связанные с web-серверами (cgi, php, iss); • атаки на базы данных; • web-фильтры и вирусы.
Состав (составные части)	<ul style="list-style-type: none"> • агент; • сервер; • консоль управления. 	<ul style="list-style-type: none"> • консоль управления; • агент; • сервер; • модуль сбора данных и обнаружения вторжений; • модуль противодействия вторжениям. 	<ul style="list-style-type: none"> • агент; • модуль обнаружения вторжений.

	ViPNet IDS HS	Ребус-СОВ	Кречет
Производитель	ОАО «ИнфоТеКс»	Научно-исследовательский институт «Центрпрограммсистем»	Научно-производственное предприятие «Гамма»
Класс защиты	IV	II	IV
Особенности (преимущества) заявленные производителем	<ul style="list-style-type: none"> • сокращение времени обнаружения; • снижение затрат на эксплуатацию; • упрощение реагирования на угрозы; • автоматизация сбора данных о работе системы; • сопровождение. 	<ul style="list-style-type: none"> • функционирование на уровне сети и на уровне узла; • поддержка ОС Microsoft Windows, MCBC 5.0, Astra Linux Special Edition; • функционирование в гетерогенных сетях; • выявление вторжений по данным аудита АПКЗИ от НСД «Ребус-М»; • контроль нестандартных сетевых подключений в сети; • гибкая настройка автоматической реакции на вторжения; • подключение дополнительных модулей сбора данных и их анализа; • взаимодействие с межсетевыми экранами. 	<ul style="list-style-type: none"> • написание собственных правил; • расширение функциональности; • гибкая система оповещения об атаках (Log файлы, устройства вывода, БД и т.д.).

В ходе сравнения указанных продуктов были сделаны следующие выводы:

- 1) Ребус-СОВ лучше использовать в организациях, где необходима работа с гостайной, так как этой системе присвоен II класс защиты;
- 2) СОВ Кречет можно использовать для компании любых масштабов, так как есть возможность подключения/отключения модулей системы;
- 3) ViPNet IDS HS можно использовать в компаниях, где важна скорость реагирования на атаку.

Таким образом, на сегодняшний день любая компания может столкнуться с выбором СОВ по соотношению “цена/качество”. Существующие решения

могут быть избыточны/не достаточны по функциональным возможностям для защиты ИТ-инфраструктуры компании.

Авторы работы предлагают оптимальный набор модулей для СОВ, который может быть реализован для конкретной компании на основании анализа защищаемых информационных активов.

Основное название СОВ в компании:

- сбор информации с маршрутизаторов Магистральной сети передачи данных, обнаружения DoS/DDoS-атак, оповещении системы и ответственных лиц по каналам связи об обнаруженных атаках;
- работа с сетевым оборудованием компании;
- создание отчетов для пользователей системы об обнаружении атак.

Минимальный набор задач СОВ:

- контроль коммутационного оборудования и сетей связи;
- создание правил по настройке маршрутизаторов магистральной сети;
- предоставление отчетов по сетевому трафику.

Минимальный набор модулей СОВ:

- подсистема сбора данных для статистического анализа распределения трафика;
- подсистема управления и принятия решений;
- подсистема резервного копирования.

Наиболее перспективным направлением развития СОВ является внедрение когнитивных способностей в функционал этих систем с использованием искусственных нейронных сетей и нечеткой логики. Кроме того, наблюдается тенденция к миниатюризации, что в будущем позволит устанавливать СОВ на каждое устройство в сети, повышая уровень безопасности в целом. Идеальная СОВ в автоматическом режиме выявляет несанкционированные действия в системе и оперативно их блокирует, осуществляет постоянный мониторинг состояния сети. Возможность изменения СОВ на пользовательском уровне, составление точных отчетов о всех совершенных действиях и поддержание множества ОС также являются важными параметрами при выборе

“коробочного решения”. Однако дифференцированный подход при определении базовых функциональных требований к СОВ позволяет уйти от использования готовых решений или же выбирать имеющиеся решения с возможностью масштабирования системы или отказа от части неиспользуемых модулей.

Список литературы:

1. Программный комплекс обнаружения вторжения «Ребус-СОВ» - [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <https://rebus-sov.ru/>.
2. Гамма искусство безопасности научно-производственное предприятие. Кречет - [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: https://nppgamma.ru/catalog/setevaya_bezopasnost/krechet/.
3. ViPNet IDS HS. Система обнаружения атак, защита рабочих станций и серверов. ИнфоТеКС - [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <https://infotecs.ru/product/vipnet-ids-hs-versiya-1.html>.
4. Технические средства и методы защиты информации. 7-е издание. Александр Зайцев, Роман Мещеряков, Горячая линия-Телеком, 2012, 442 с.
5. Введение в информационную безопасность автоматизированных систем Бондарев В., МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016, 250 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ «KRESS 200 CLLL COAL HAULER» И «БЕЛАЗ-75581». ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВИДА ТРАНСПОРТА ДЛЯ КАРЬЕРНЫХ РАБОТ

Целищева Елизавета Алексеевна

студент,

*Филиал Мурманского арктического государственного
университета в г. Кировске (Филиал МАГУ в г. Кировске),
РФ, г. Кировск*

Саунин Егор Антонович

студент,

*Филиал Мурманского арктического государственного
университета в г. Кировске (Филиал МАГУ в г. Кировске),
РФ, г. Кировск*

Коста Людмила Александровна

научный руководитель,

преподаватель,

*Филиал Мурманского арктического государственного
университета в г. Кировске (Филиал МАГУ в г. Кировске),
РФ, г. Кировск*

Основные положения данной работы: рассмотрение основных вопросов развития и совершенствования карьерного транспорта и выбор оптимального вида транспорта для карьерных работ.

Актуальность работы: Производительность карьерных машин постоянно наращивают путём увеличения конструктивных элементов, без изменения принципа работы. Однако, в настоящее время, эти машины достигли такого технического уровня, при котором возможности их дальнейшего совершенствования приблизились к разумному пределу. В своей работе мы сравниваем карьерный самосвал Kress 200 CIII Coal Hauler и большегрузный самосвал БЕЛАЗ-75581.

Целью работы является - изучение двух основных видов карьерного транспорта. Рассмотрен карьерный самосвал Kress 200 CIII Coal Hauler и БЕЛАЗ-75581. Рассмотрены основные преимущества и недостатки каждого вида транспорта. В ходе работы был определен вид транспорта, который наиболее целесообразно применять на открытых горных работах. Таким

транспортом является – карьерный самосвал Kress 200 CIII Coal Hauler . Данный дробильный комплекс возможно применять при проведении подземных работ. Также эффективно применение комплекса на обогатительных фабриках.

Задачи: 1). Мы рассматриваем: - карьерный самосвал Kress 200 CIII Coal Hauler - большегрузный самосвал БЕЛАЗ-75581 - сравнительную характеристику
2). Мы выбираем оптимальный вид транспорта для открытых горных работ.

Введение

Основными факторами, определяющими развитие карьерного транспорта, являются систематически ухудшающиеся горно-геологические и горно-технические условия разработки. Известно, что развитие открытого способа разработки сопровождается ростом концентрации производства, увеличением глубины и пространственных размеров карьеров, расстояния и сложности транспортирования горной массы. Определяющим при этом является показатель глубины карьеров, удовлетворяющего условиям эксплуатации в глубоких карьерах, в частности, средств сборочного автотранспорта. Другие полагают, что создание таких моделей на современном этапе развития открытых горных работ не вызвано объективной необходимостью и значительно снизит область их применения. Это столкновение мнений – отражение извечного спора об универсализации и специализации средств карьерного транспорта. Представляется, что решение о создании специализированных моделей, тем более об их серийном производстве должно быть взвешенным и всесторонне обоснованным.

Карьерный самосвал Kress 200CIII Coal Hauler

Разработанные и изготовленные для горнодобывающей промышленности, блочные самосвалы для угля с донной разгрузкой Kress зарекомендовали себя на практике, предлагая самый плавный ход, максимальную скорость транспортировки и самое высокое соотношение полезной нагрузки к весу в отрасли. Давние традиции совершенства Kress продолжают с помощью угледобывающей машины 200CIII - машины, которая была спроектирована

и сконструирована для обеспечения высочайшей производительности, исключительной надежности и самой низкой стоимости на тонну. Угольные самосвалы Kress продаются и обслуживаются через дилерскую сеть Cat и полностью поддерживаются Kress Corporation.

Kress Corporation, это один из крупнейших производителей специального оборудования для перевозки и обработки угля, металлов, твёрдых пород и прочего из этой серии. На сегодняшний день компания поставляет одни из самых мощных грузовиков для добывающих фирм. В целом машина напоминает мобильный угольный завод или тяжелый крейсер из «Старкрафта». К слову, выпускает нашего шустрого гиганта компания Kress Corporation. Производство расположилось в городе Бримфилд, штат Иллинойс. Основателем в 1965 году стал некий Тед Кресс, а через 4 года к компании присоединился его отец. Речь пойдет о самом быстром карьерном самосвале. В целом этот вид машин очень непохож на своих коллег по карьерному цеху. Они вытянутые, причудливые и с нижней разгрузкой.

Kress 200СШ Coal Hauler – это карьерный самосвал, который была спроектирована и сконструирована для обеспечения высочайшей производительности, исключительной надежности и самой низкой стоимости на тонну.

Трансмиссия – Трансмиссия здесь на 6 скоростей, называется Caterpillar с электронным управлением и автоматическим переключением мощности. Карьерный самосвал разгоняется до 68 км/ч.

Двигатель – дизельный, Cat 3516B HD мощностью в 2100 лошадей с турбонаддувом позволяющий двигатель быстро остыть. При 100% работе двигателя он сжигает 500 литров в час.

Объём топливного бака – 2901 литр.

Тормозная система – соответствует международным нормам и требованиям по безопасности ISO 3450. Ножная педаль обеспечивает включение тормозов для замедления движения. Управление – автоматическое.

Кабина - станция оператора, предназначенная для полного управления машиной в тихой, безопасной и комфортной обстановке, операторская станция Cat обеспечивает отличную видимость, встроенное шумоподавление и эргономичные сиденья, органы управления и дисплеи. Интегрированный Cat VIMS 3G контролирует жизненно важные системы и функции машины, передает эксплуатационные данные оператору транспортного средства и позволяет быстрее и точнее диагностировать проблемы, сокращая время простоя и затраты на ремонт.

Подвеска - каждый подвесной цилиндр, заряженный азотом, обеспечивает ультраплавную езду как в нагруженном, так и в пустом состоянии. Цилиндры передней подвески монтируются в трубчатую раму с помощью конических гнезд, обеспечивающих надежное крепление в течение всего срока службы машины. Ход цилиндра переднего 600 мм, заднего 600 мм.

Благодаря *рулевому управлению Ackerman* эта машина умеет разворачиваться практически на месте из-за поворота колёс на 85 градусов, обеспечивая отличную маневренность.

Кузов - Высокопрочная, износостойкая сталь способствует более легкому, прочному корпусу и экономии веса, что приводит к экономическим выгодам без ущерба для прочности, долговечности или срока службы. Главное тут – не толщина материала, а компоновка рёбер жесткости и сварные швы, которые расположены в местах меньшего напряжения. Всё это позволяет делать кузов относительно тонкостенным и существенно выигрывать КПД.

Грузоподъёмность достигает 220 тонн.

Габариты – высота 6858 мм, длина 21150 мм, высота 5970 мм.

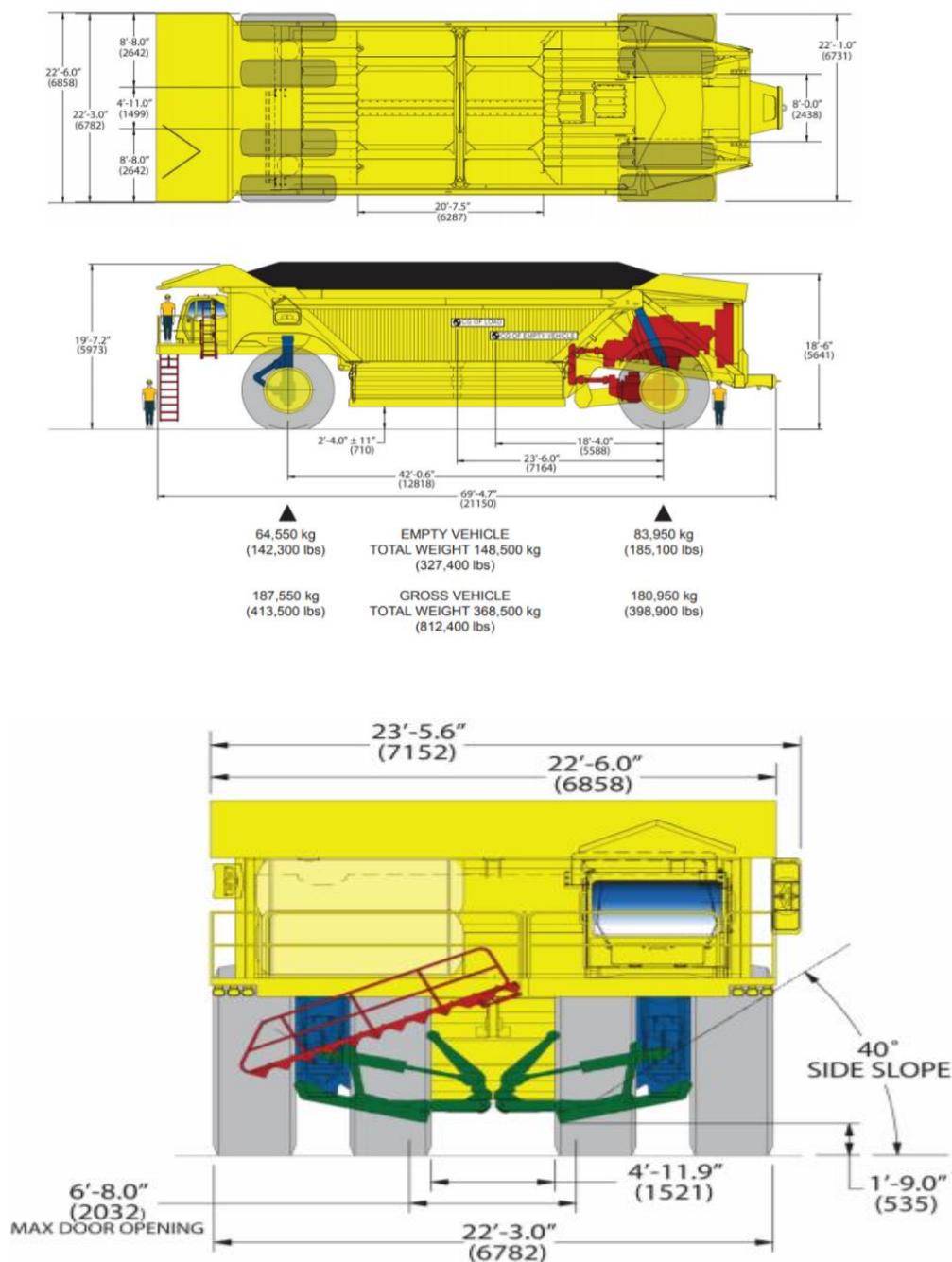


Рисунок 1. Вид карьерного самосвала Kress 200CIII Coal Hauler

Большегрузный самосвал БЕЛАЗ-75581

История БЕЛАЗа – это целая эпоха, яркая и насыщенная, это тысячи карьерных самосвалов и другой техники специального назначения, сошедших со сборочных конвейеров завода за семь десятилетий.

Большегрузный самосвал БЕЛАЗ-75581 - широко применяется на карьерных работах.

Трансмиссия - Электропривод переменного тока с тяговым генератором, двумя тяговыми электродвигателями и редукторами электромотор-колес, аппаратами регулирования и приборами контроля, разгоняется до 60 км/ч.

Двигатель - дизельный с электронным управлением и центральной отключаемой крыльчаткой системы охлаждения обеспечивают оптимальную удельную мощность, высокую скорость самосвала на подъеме, а также высокую топливную экономичность.

Объём топливного бака - 1105 литр.

Тормозная система – так же соответствует международным нормам и требованиям по безопасности СТБ ISO 3450 и оборудована рабочей, стояночной, вспомогательной и запасной тормозными системами.

Кабина - комфортность и безопасность труда водителя. Конструкция кабины и платформы, оснащенной защитным козырьком, обеспечивает требования системы ROPS и FOPS.

Подвеска - наилучшая плавность хода, повышенный комфорт оператора, минимальная динамическая нагруженность на узлы самосвала. Зависимая для передних и задних колес, цилиндры пневмогидравлические (масло и азот) со встроенным гидравлическим амортизатором, по два на переднюю ось и задний мост. Ход цилиндра переднего 260 мм, заднего 210 мм.

Рулевое управление - гидрообъемное рулевое управление обеспечивает легкость управления и высокую маневренность самосвала.

Кузов - ковшового типа, с системой безопасности FOPS, сварной, с защитным козырьком и обогревом отработавшими газами двигателя, оборудован устройством для механического стопорения в поднятом положении, камнеотбойниками и камневыталкивателями.

Грузоподъемность достигает 90 тонн.

Габариты – ширина 6400 мм, длина 10340 мм, высота 5340 мм.

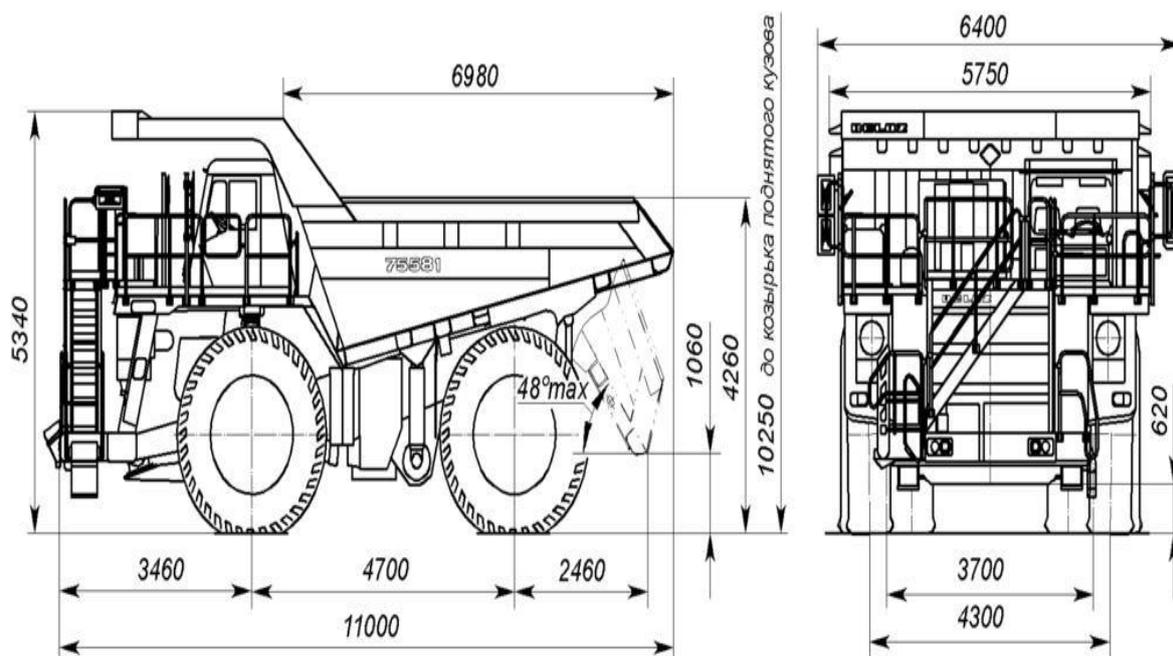


Рисунок 2. Вид карьерного самосвала БЕЛАЗ-75581

Таблица 1.

**Основные достоинства и недостатки каждого вида транспорта
Достоинства и недостатки большегрузного самосвала БЕЛАЗ-75581**

Достоинства	Недостатки
Удобное управление	Большие затраты на техническое обслуживание
Для обслуживания требуется малое количество рабочих	Требование регулярного обслуживания карьерных дорог
Работает в любую погоду	Большие габариты
	Опасность в эксплуатации
	Экологические риски

Таблица 2.

Достоинства и недостатки карьерного самосвала Kress 200 CIII Coal Hauler

Достоинства	Недостатки
Самый быстрый из карьерных самосвалов	Низкая посадка
Конструкция относительно лёгкая	Большие затраты на топливо
Умеет разворачиваться практически на месте	-
Минимальная вибрация	-

Таблица 3.

Выбор оптимального вида транспорта для карьерных работ

Тип сравнения	БЕЛАЗ-75581	Kress 200 CIII Coal Hauler
Безопасность в использовании	Травмоопасно	Безопасно
Стоимость топлива, потребляемого в год	350 000 000 руб.	167 000 000 руб.
Трудность в использовании	Трудно	Не особо трудно
Стоимость затрат на обслуживание в год	110 000 000 руб.	309 000 000 руб.
Количество рабочих мест	2 чел./смена	1-2 чел/смена
Трудность в создании	Трудно	Трудно

И так, в ходе данной работы, были рассмотрены основные виды карьерного автомобильного транспорта. Исходя из достоинств и недостатков каждого вида транспорта, можно сказать, что применение каждого вида карьерного транспорта оправдано. В любом случае, остается высокая себестоимость перевозки горной массы в карьере. Кроме того, карьерный автомобильный транспорт является основным источником негативного антропогенного воздействия на окружающую среду при открытых горных работах.

Себестоимость и затраты на эксплуатацию горного оборудования:



Вывод

В нашей работе было рассмотрено два основных вида карьерного транспорта Kress 200CIII Coal Hauler и «БЕЛАЗ-75581». В ходе работы был определен вид транспорта, который наиболее целесообразно применять на открытых горных работах. Таким транспортом является **карьерный самосвал Kress 200 CIII Coal Hauler**, так-как этот самосвал превосходит БЕЛАЗ-75581 по техническим параметрам, надёжности, безопасности в работе. Что является одним из требований карьерного транспорта.

Список литературы:

1. Электронный ресурс http://www.kresscarrier.com/Brochures/Coal%20Hauler%20Brochure%20Small_WEB.pdf.
2. Электронный ресурс http://www.kresscarrier.com/Kressweb/Brochures/200CIII_DetailedBrochure.pdf.
3. Электронный ресурс <https://igrader.ru/career/karernyj-samosval-kress-200cii-coal-hauler-uvezyot-ves-ugol-bystree-chego-ugodno>.
4. Электронный ресурс <https://www.youtube.com/watch?v=CBQm1pRpChw> (видео, если оно пригодится).
5. Электронный ресурс <http://belaz.by/upload/iblock/1cd/75581.pdf>.
6. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы/Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. – СПб: Наука, 2016.
7. Лель Ю.И. Теоретические основы выбора карьерного транспорта рудных карьеров. – Диссертация д-ра техн. наук/ИГД им. Скочинского. – М., 1978.

ВНЕДРЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗЕМСНАРЯДА – АМФИБИЯ WATERMASTER CLASSIC V В РЕГИОНАХ АРКТИКИ

Саунин Егор Антонович

студент,

*Филиал Мурманского арктического государственного
университета в г. Кировске (Филиал МАГУ в г. Кировске),
РФ, г. Кировск*

Коста Людмила Александровна

*научный руководитель, преподаватель специальных дисциплин,
Филиал Мурманского арктического государственного
университета в г. Кировске (Филиал МАГУ в г. Кировске),
РФ, г. Кировск*

Цель работы: рассмотреть актуальность, возможность внедрения в работу многофункционального земснаряда – амфибия Watermaster CLASSIC V в регионах Арктики.

Aquamec – финский производитель земснарядов Watermaster, основанный в 1987 году. Высокая производительность земснаряда достигается благодаря современной системе гидравлики и высоким показателям по комфортности управления оператора, управляющего машиной. Вкупе, это создает идеальную машину для производства гидротехнических работ. Обладая парком универсальных земснарядов Watermaster, специалисты компании выполняют гидротехнические работы любой степени сложности. В настоящее время сотни земснарядов Watermaster решают подобные задачи в более чем 70 странах мира.



Рисунок 1. Карта мира, где работают земснаряды Watermaster от компании Aquamec

Земснаряды Watermaster – это вид универсальной техники, предназначенный для проведения гидротехнических работ и разработки обводненных грунтов в тяжелых условиях. Принцип работы Watermaster обеспечивает очень точную и эффективную экологическую выемку грунта. Универсальная функциональность и уникальная мобильность Watermaster минимизируют необходимое оборудование на объекте и, таким образом, минимизируют нагрузку на окружающую среду, при небольшом расходе топлива и низком уровне других эксплуатационных расходов. Так же, универсальность данной техники заключается в быстро заменяемых рабочих органах. Их у Watermaster несколько: шламочасовой насос фрезерным рыхлителем, обратный ковш, грейферный ковш, аппарат для установки свай, ковш-грабли. Эта гидротехническая машина может работать не только летом, но зимой, что позволяет земснаряду работать круглый год.



Рисунок 2. Watermaster

Watermaster легко транспортировать к месту работы на трейлере, а оттуда земснаряд легко заходит в водоем самостоятельно. Таковую машину обслуживает 1 человек (не считая человека, который довез на трейлере до места работы этот земснаряд). В воде Watermaster перемещается с помощью собственной двигательной установки, также он может переместиться в другой пруд, используя свой

экскаваторный механизм и стабилизаторы. Он может перекачивать пульпу в другой водоем на расстоянии до 1,5 км. Как уже известно данный земснаряд может самостоятельно передвигаться по суше и воде, он просто незаменим при работах по очистке и регулированию русла малых и труднодоступных водных объектов. Watermaster способен выполнять работы с малым количеством воды, например, меньше 0,5 метров не один земснаряд не может проводить работы, а земснаряд от компании Aquames может. Работая на мелководе земснаряд Watermaster способен выполнять все работы от сухого грунта до глубины шести метров. Watermaster также может извлекать ценные материалы из хвостохранилищ и дренажных прудов. Высокие показатели экологической безопасности при производстве работ позволяют данной технике участвовать в проектах на территориях природных заповедников и акватории водохранилищ. С помощью экскаваторного механизма земснаряд Watermaster может самостоятельно заниматься намывом песка для создания пляжей и подъема территории, проводить работы по берегоукреплению и благоустройству береговой полосы. Многофункциональный земснаряд компании Aquames также идеально подходит, например, для укладки кабелей и труб на дно водоемов, также он может эффективно производить другие виды работ по техническому обслуживанию. Машина движется к месту работы посредством использования собственной двигательной установки, а дистанционно управляемые стабилизаторы обеспечивают устойчивую фиксацию для эффективного проведения работ по забивке свай, выемке грунта, а также укладке кабеля. Watermaster CLASSIC может двигаться и работать в экстремальных условиях. Благодаря этому Watermaster идеально подходит для предотвращения наводнений, отчистки городских каналов, удаление растительности, мусора и загрязнённых отложений, и ликвидации ущерба, вызванного наводнениями. Насос для резки Watermaster имеет уникальную запатентованную систему ножей для резки. Вращающееся режущее лезвие идеальной формы перед всасывающим отверстием вместе со стационарными контр-лезвиями разрезает частицы на более мелкие кусочки, которые затем проходят через насос

и трубопровод. Угол резания можно свободно регулировать и оптимизировать для достижения максимальной производительности в различных условиях. Для обычных земснарядов это невозможно. Этот многофункциональный земснаряд может работать там, где не может работать ни одна другая машина.

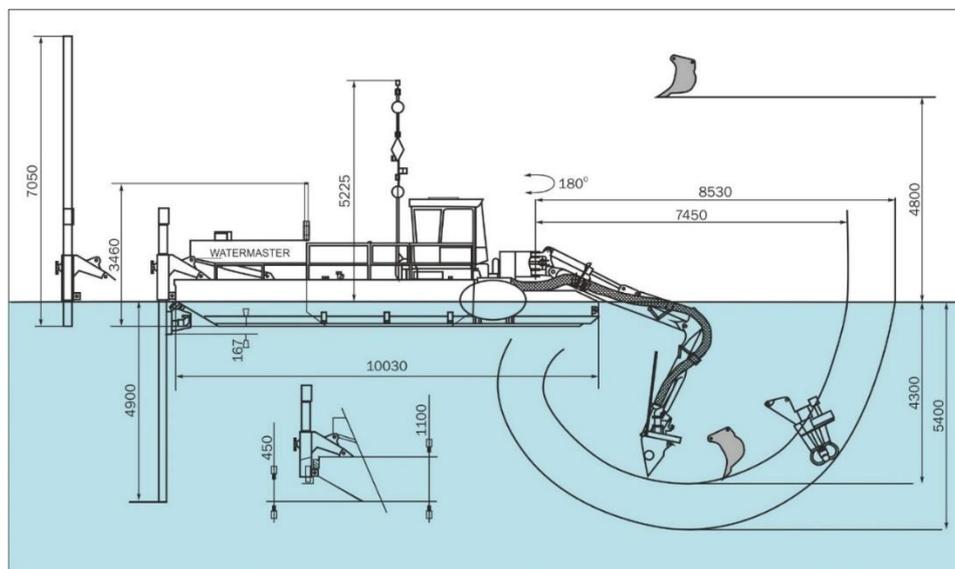


Рисунок 3. Чертёж земснаряда Watermaster CLASSIC V

В данный момент мы рассмотрим земснаряд Watermaster CLASSIC V. Поистине амфибия CLASSIC V предлагает невиданное сочетание мобильности и мощных дноуглубительных работ. Новые инновации выводят Watermaster на новый уровень производительности на мягких и твердых почвах. Одно из преимуществ данного типа земснарядов – эффективное выполнение работ по гидромеханизации без нанесения ущерба экосистеме водоема. Габариты такой гидротехнической машины составляет: Длина (без стрелки) 11,00 м, длина, (со стрелкой) 17,00, ширина 3,3 м, высота 3,15 м, вес около 19,50 тон. А цена такого земснаряда составляет 66 600 000Р.

Watermaster CLASSIC V увеличена мощность выполняет проекты быстрее нежели поколения старого образца. Задача заключалась в том, чтобы увеличить мощность дноуглубительных работ, сохранив при этом компактность, мобильность и надежность земснаряда. Watermaster CLASSIC V уникальным образом сочетает мощность и функциональность. Размер Watermaster в основном

не изменился со времен первого поколения CLASSIC I, но объем дноуглубительных работ увеличился почти втрое.

Двигатель - Caterpillar C7.1 дизельный двигатель с турбонаддувом и водяным охлаждением. Объем топливного бака составляет 1200 литров.

Земснаряд имеет 2 аксиально-поршневых насоса, один для дноуглубительных работ, второй для экваториальных работ.

Ковш может поворачиваться на 180 градусов

Кабина - современная кабина с отличным обзором, в кабине предусмотрено поворотное сиденье для удобного входа и выхода оператора, а также дополнительное место для инструктора. Кабина оснащена системой отопления, вентиляции и воздушного кондиционирования, всеми контрольно-измерительными приборами для гидравлики и двигателя. Также имеет радиоприемник с CD-плеером и 10 рабочих ламп.

Корпус у этого земснаряда цельный, разделенный на 7 водонепроницаемых отсеков. Антикоррозийное покрытие с внешней и внутренней стороны. Защитные полозья на днище корпуса. Палуба с нескользким покрытием, перила. Сигнальные огни на мачте при выполнении различных работ и при навигации.

Земснаряд Watermaster сам фиксируется и его рабочее движение происходит без использования дополнительных судов, лебедок и кабелей. Два передних стабилизатора, максимальная глубина 5,0 м. Два задних наклоняющихся стабилизатора, максимальная глубина 6,7 м.

Список литературы:

1. Электронный ресурс <https://specavto.ru/marks/watermaster/>.
2. Электронный ресурс <https://watermaster.fi/ru/concept>.
3. Электронный ресурс <http://www.aquatorygroup.ru/services/hydronechanization/zemsnaryad/watermaster-classic-4/>.
4. Электронный ресурс <https://watermaster.id/classic-v-en/>.
5. Электронный ресурс <https://www.mining.com/web/aquamec-launches-new-watermaster-dredger-classic-v/>.
6. Электронный ресурс <https://binacitra.com/watermaster-classic-v/>.

ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ЖИВУЧЕСТИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ И ПРОГРЕССИРУЮЩЕМ ОБРУШЕНИИ

Симонова Юлия Владимировна

*магистрант,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

Есипов Андрей Владимирович

*научный руководитель, канд. техн. наук,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

В современном строительстве существует неоспоримый диссонанс между тенденцией к удешевлению себестоимости зданий и сооружений с одновременным повышением требований к их безопасности и живучести.

Из-за учащения аварийных ситуаций, в особенности потери устойчивости конструктивных систем зданий при аварийных воздействиях и прогрессирующем обрушении, связанных в свою очередь, с ошибками проектирования, строительства и эксплуатации, вопрос о решении проблемы живучести многоэтажных зданий возникает особенно остро.

Живучесть здания – это, в первую очередь, сохранение несущей способности и работоспособности сооружения в том случае, если при возникновении аварийной ситуации произошло разрушение одного или нескольких несущих элементов [1, 9].

Прогрессирующее разрушение – это последовательное разрушение несущих строительных конструкций здания (сооружения), обусловленное начальным локальным повреждением отдельных несущих конструктивных элементов и приводящее к обрушению всего здания (сооружения) или его значительной части [7].

К сожалению, в настоящее время существует огромное количество непроектных воздействий на здания и сооружения, характер и интенсивность которых не отражены в нормативных технических документах.

К числу таких воздействий можно отнести отказы отдельных несущих элементов несущего остова сооружения, связанные с подмывом фундаментов, взрывами бытового газа, террористическими актами и т. д.

Очевидно, что полное исключение отказов несущих конструкций многоэтажного здания вследствие непроектных воздействий теоретически невозможно, однако существует альтернатива по сохранению живучести здания при условии правильного формулирования задач по разработке конструктивных схем сооружений и проведении дополнительных расчетов на особые воздействия [2, 6].

Для того, чтобы сохранить живучесть здания необходимо заранее прогнозировать возможное развитие процесса последовательных отказов несущих элементов сооружения и предполагать различные его сценарии [8]. Но, в связи с отсутствием технических регламентов, которые бы устанавливали соответствующие требования к конструктивным и расчетным схемам сооружений, оценить и сопоставить живучесть различных зданий одного и того же назначения весьма затруднено.

Несмотря на это, общие принципы по защите многоэтажных зданий при аварийных непроектных воздействиях можно сформулировать на основе ГОСТ 27751-2014 и рекомендаций [2-6, 8]:

- дифференцирование предъявляемых требований к расчетным схемам зданий и сооружений по устойчивости к обрушению и по масштабу экономического и социального ущерба;
- использования пространственной расчетной модели сооружения при проведении статических и конструктивных расчетов;
- проектирование элементов несущих конструкций и узлов их сопряжения по принципу равнопрочности;
- основываться на принципах близких к защите зданий и сооружений от сейсмических воздействий при конструировании узлов несущих конструкций;

- учитывать перераспределение действующих усилий в случае разрушения отдельных элементов конструкций на основе геометрической и физической нелинейности.

Анализ нормативно-технической документации (НТД) позволяет сделать вывод о том, что в теории и практике проектирования зданий и сооружений формируется новая дисциплина, связанная с живучестью конструктивных систем.

Адгерентный термин «прогрессирующее разрушение» лишь минимально отражает весь спектр непроектных воздействий, приводящих к аварийной ситуации. В свою очередь привнесенный термин «живучесть» является более широким понятием сопротивления конструктивных систем отказам отдельных элементов.

Несмотря на накопленный опыт расчетов несущего остова зданий и сооружений на устойчивость к прогрессирующему обрушению и имеющиеся требования по безопасности многоэтажных зданий, на сегодняшний день, необходима дополнительная формулировка требований к расчету и проектированию строительных объектов на основе предъявления новых требований к их живучести.

Список литературы:

1. Бондаренко В.М. Концепция и направления развития теории конструктивной безопасности зданий и сооружений при силовых и средовых воздействиях [Текст] / В.М. Бондаренко // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – №2. – С. 28-31.
2. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения [Текст]. – Введ. 2015-07-01. – М.: ОАО «НИЦ «Строительство», 2015, - I, 17 с.
3. Рекомендации по защите жилых зданий стеновых конструктивных систем при чрезвычайных ситуациях [Текст]. – Введ. 2002-18-10. – М.: Москомархитектура, 2002, – I, 17 с.
4. Рекомендации по защите жилых зданий каркасных конструктивных зданий при чрезвычайных ситуациях [Текст]. – Введ. 2002-18-10. – М.: Москомархитектура, 2002, – I, 11 с.

5. Рекомендации по защите жилых зданий с несущими кирпичными стенами при чрезвычайных ситуациях [Текст]. – Введ. 2002-18-10. – М.: Москомархитектура, 2002, – I, 14с.
6. СП 296.1325800.2017. Здания и сооружения. Особые воздействия [Текст]. – Введ. 2018-02-04. – М.: Изд-во стандартов, 2018, – I, 29 с.
7. СП 385.1325800.2018. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования [Текст]. – Введ. 2019-01-06. – М.: Изд-во стандартов, 2018, – I, 30 с.
8. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ (с изм. и доп.) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru>.
9. Травуш В.И. Некоторые направления развития теории живучести конструктивных систем зданий и сооружений [Текст] / В.И. Травуш // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – №3. – С. 4-9.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРОБИЛЬНОГО КОВША BF 150.10 И ДРОБИЛЬНОГО КОВША НВС 13R

Старикова Анастасия Олеговна

студент,

*Филиал Мурманского арктического государственного университета в г. Кировске (Филиал МАГУ в г. Кировске),
РФ, г. Кировск*

Коста Артём Валерьевич

*научный руководитель, преподаватель спец. Дисциплин,
Филиал Мурманского арктического государственного университета в г. Кировске (Филиал МАГУ в г. Кировске),
РФ, г. Кировск*

Коста Людмила Александровна

*научный руководитель, преподаватель спец. Дисциплин,
Филиал Мурманского арктического государственного университета в г. Кировске (Филиал МАГУ в г. Кировске),
РФ, г. Кировск*

Аннотация. Цель работы: сравнительный анализ дробильного оборудования, используемого в горнодобывающей отрасли (на примере Апатито-нефелиновой обогатительной фабрики г. Апатиты, АНОФ-3) – дробильного ковша «BF 150.10» и дробильного ковша «НВС 13R».

Ключевые слова: дробильное оборудование, дробильный ковш, сравнительный анализ.

Дробление – это процесс разрушения твёрдых кусков горной породы для уменьшения их размеров. Куски разрушаются внешними силами, преодолевающими силы сцепления между частицами материала.

Для дробления руд применяют щековые дробилки (крупное и среднее дробление), конусные дробилки (крупное, среднее и мелкое дробление), валковые и молотковые дробилки (среднее и мелкое дробление).

На современных производствах применяются дробильные ковши– это навесное оборудование, предназначенное для измельчения твердых

материалов: железобетона, бетона, кирпича, стекла, строительного мусора, гравия, гранита, известняка, руды и горных пород. Получаемое сырье имеет малую фракцию, может использоваться в качестве засыпки или наполнителя [1].

Уникальная эффективность ковшей обусловлена его продуманной конструкцией. Перед выполнением работ ковш устанавливают на экскаватор либо погрузчик, получая таким образом мобильный дробильный комплекс, способный выполнить работу на любом доступном участке.

Основными достоинствами этой специализированной техники являются экономичность, простота применения, а также универсальность. Нет необходимости транспортировать груз к месту расположения предприятий. Также отпадает необходимость в покупке полноценной дробильной установки. Во время работы дробильного ковша, закрепленного на стреле экскаватора, полученные измельченные отходы можно сгружать непосредственно в контейнер или кузов. Благодаря указанному преимуществу появляется возможность снизить затраты на оплату труда рабочих и уменьшить число единиц спецтехники, находящейся на площадке выполняемых работ. Степень производительности дробильных ковшей ни в чем не уступает производительности мобильных дробильных установок. А стоимость навесного оборудования гораздо ниже, чем цена на мобильные установки, предназначенные для дробления материалов. Такой фактор, как объем выполняемой работы, не влияет на возможность применения дробильных ковшей. Их можно использовать как на маленьких, так и на крупных площадках [2].

Кировский филиал АО «Апатит» - крупнейшее в мире предприятие по производству высокосортного (с содержанием P₂O₅ не менее 37.5%) фосфатного сырья и единственный в России производитель нефелинового концентрата. Добытая руда перерабатывается на одной из двух апатит-нефелиновых обогатительных фабриках – АНОФ-2 и АНОФ-3. Рассматриваемые ковши могут быть рекомендованы для применения на фабрике АНОФ-3, так как являются экономически выгодными.

Для сравнения были выбраны дробильный ковш BF150.10 и дробильный ковш HBC 13R.

Дробильный ковш BF150.10 – единственный в мире по размерам и рабочим характеристикам, самый большой дробильный ковш. Ковш дробильный BF150.10 идеально подходит для работы в карьере, для использования в добывающей отрасли и, в целом, на обширных строительных площадках, гарантируя высочайшую производительность и эффективность (см. рис. 1).



Рисунок 1. Дробильный ковш HBC 13R

Устанавливается BF150.10 на экскаваторы массой свыше 70 тонн. Не имеет аналогов благодаря собственной массе 10 тонн, загрузочному окну размером 1450×700 мм, вместимостью до 2,3 м³, часовая производительность превышает 120 м³/час, а также диапазону фракции материала на выходе от 100 до 200 мм, представляет собой незаменимое оборудование для первичного дробления при работе в карьерах и на крупных строительных площадках.

Ковши-дробилки HBC 13R обладают умеренными размерами и высокой производительностью (см. рис. 2). Устройства совместимы с экскаваторами массой от 35 тонн, имеют рабочую камеру объемом 1,7 кубометра. Дробильный ковш создает минимальный шум. Его применение не связано с установкой звукоизоляционных щитов.



Рисунок 2. Дробильный ковш BF150.10

В таблице 1 представлены основные характеристики дробильных ковшей BF 150.10 и НВС 13R.

Таблица 1.

Основные характеристики дробильных ковшей

Дробильный ковш BF 150.10	Дробильный ковш НВС 13R
Тип ковша – Дробильный	Тип ковша – Дробильный
Масса машины (т) – 70т	Масса машины(т) – более 35т
Ширина (мм) – 3560×2090×2065 мм	Ширина (мм) –2570×1820×1550 мм
Вместимость – 2.30	Вместимость – 2
Зубья – 5	Зубья – 3
Масса ковша (кг) – 10500 кг	Масса ковша(кг) – 6100 кг
Рабочее давление (атм) – 230 атм	Рабочее давление(атм) – 190 атм
Расход масла (л/мин) – 380 л/мин	Расход масла(л/мин) – более 290 л/мин

Достоинства и недостатки дробильных ковшей BF 150.10 и НВС 13R представленные в таблицах 2 и 3 позволил сделать выбор оптимального устройства (см. таб. 4).

Таблица 2.

Дробильный ковш BF 150.10

Достоинства	Недостатки
Удобство в управлении	Требует постоянного обслуживание
Удобство в эксплуатации	Требует дополнительного оборудования
Удобство в транспортировке	
Малые затраты	
Малые габариты	
Безопасность	
Выполнение нескольких задач одновременно	

Таблица 3.**Дробильный ковш НВС 13R**

Достоинства	Недостатки
Удобство в управлении	Маленькие габариты
Безопасность	Большие затраты
Выполнение нескольких задач одновременно	Требует дополнительного оборудования

Таблица 4.**Выбор наиболее оптимального ковша**

Тип сравнения	BF 150.20	НВС 13R
Масса машины	70 т	от 35т
Расход масла	380 л/мин	290 л/мин
Масса ковша	10500 кг	6100 кг
Вместимость	2,3	1,7

Проведя сравнение моделей дробильных ковшей BF 150.10 и НВС 13R, можно сделать вывод, что для использования на производстве подходит дробильный ковш BF 150.10, так как он вмещает в себя 2,3 т, удобен в эксплуатации, является безопасным, и может выполнять несколько функций одновременно, так же его удобно применять на производстве в открытых горных выработках. Данный ковш является экономически выгодным для производства, так как в него ещё входит дробилка, с помощью которой продукт сразу дробят, так же данный ковш удобен для погодных условий г. Кировска, данный вид выдерживает температуру до -35 градусов, ковш удобен в транспортировке, и так же вмещает в себя большое количество материала.

Список литературы:

1. Как устроены ковши-дробилки Hartl [Электронный ресурс] // Материал с сайта компании ROCKWHEEL – Режим доступа: URL: <https://www.rockwheels.ru/>(дата обращения: 13.10.2020).
2. Методы использования дробильных ковшов [Электронный ресурс] // Материал с сайта диспетчерского интернет-сервиса – Режим доступа: URL: <https://perevozka24.ru>.

АРМИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК УГЛЕВОЛОКНОМ

Филимонов Александр Игоревич

студент,

Тюменский индустриальный университет,

РФ, г. Тюмень

Бай Владимир Федорович

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,

Тюменский индустриальный университет,

РФ, г. Тюмень

Рассматривается современный способ армирования деревянных балок конструкцией из композитного материала. Приведена таблица с характеристиками материала, используемого для усиления деревянных балок. Выполнено моделирование и анализ работы конструкции в расчетном программном комплексе, что позволяет избежать многочисленных дорогостоящих испытаний, ограничиваясь лишь выборочными испытаниями оптимизированного объекта исследования. Рассматриваются способы закрепления углеродной ленты. Приведены конструктивные чертежи и рисунки.

Ключевые слова: углеродная ламель, композитные материалы, усиление, стеклопластиковая арматура, деревянная балка.

Современное производство все больше и больше использует появляющиеся новые технологии, находя им широкое применение в различных областях экономики. Одной из таких технологий является создание углеродного волокна. Уникальные свойства позволяют использовать его для производства различных транспортных средств, в авиастроении и космической техники, а также в строительстве.

Углеродное волокно – материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 3 до 15 микрон, образованных преимущественно атомами углерода. Атомы углерода объединены в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу. Выравнивание кристаллов придает волокну большую прочность на растяжение. Углеродные волокна характеризуются высокой силой натяжения, низким удельным весом, низким коэффициентом температурного расширения

и химической инертностью. Углеродное волокно является основой для производства углепластиков (или карбона). Углепластики – полимерные композиционные материалы из переплетенных нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных смол. Кроме углепластиков, созданы высокопрочные волокна из стекла, базальта, полиамида и других материалов, объединенных общим названием композиты. Композитные материалы отличаются высокой прочностью, жесткостью и малой массой, что позволяет им конкурировать со сталью. В табл. 1 представлено сравнение стали и композиционных материалов по ряду показателей [2, с. 51].

Для получения однородного композитного материала армирующие волокна переплетают, образуя специальную сетку. Создавая армирующую сетку нити, всегда переплетают под заданным углом, при создании следующего слоя угол меняют. Технология получения непосредственно самих нитей довольно сложна, можно получить органические волокна углепластика, используя автоклав высокого давления методом химической осадкой углерода или выращивать кристаллы нити углепластика в световой дуге.

Таблица 1.

Сравнение стали и композиционных материалов по ряду показателей

Характеристики	Армирующий материал			
	Сталь	Стеклопластик	Углеродное волокно	Арамидное волокно
Плотность	7,9	1,2...2,1	1,5...1,6	1,2-1,5
Коэф. Температурного расширения, продольное удлинение (Δl), $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	11,7	6...10	-1...0	-6...-2
Температурного расширения, поперечное удлинение(Δl), $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	11,7	19...23	22...50	60...80
Модуль упругости, ГПа	210	230	245	245

Древесину издавна используют в качестве строительного материала, традиции строительства из нее сохраняются и развиваются во многих странах. В России, Японии, Китае, странах Европы сохранилось большое количество культурных, архитектурных и исторических памятников из этого материала.

Следует отметить, что деревянные конструкции XIX-XX веков встречаются во многих зданиях центральных и северных районов России. Сохранение этого наследия является важной задачей в настоящее время. Только в Москве в последние годы восстановлено более тысячи исторических зданий и усадеб [3, с. 32].

Необходимость в усилении при реконструкции зданий возникает по ряду причин:

- аварийное состояние конструкций;
- изменение назначения сооружения;
- увеличение полезных нагрузок.

После многочисленных обследований зданий XX века в г. Москва сотрудниками Лаборатории несущих деревянных конструкций ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко был сделан вывод, что наиболее часто встречающаяся причина отказа ДК связана с нарушением требований к эксплуатации здания [7, с. 12]. Нарушение температурно-влажностного режима и отсутствие должного надзора за конструкциями часто приводят к биологическому поражению деревянной конструкции. Так, при обследовании конструкций покрытия одного из корпусов Больницы им. В.А. Вишневого, построенного в 1873г. в Москве, было выявлено, что 80% ферм были непригодны для дальнейшей эксплуатации из-за биопоражения.

Для приведения их в соответствие требованиям по безопасности и грузоподъемности следует выполнять мероприятия по усилению, причем без остановки движения. Наряду с известными способами усиления в последнее десятилетие используются композиционные материалы.

Для этих целей можно применять ленты различной ширины. Однако для усиления пролетных строений мостов и зданий такие ленты неудобны и лучше использовать ламели, изготовленные из лент. Ламели уже толще и жестче лент и практичнее в использовании. В табл. 2 представлены сравнительные характеристики ламели и волокон.

Таблица 2.**Сравнительные характеристики ламели и волокон**

Характеристики	Материал		
	Волокно	Ламель	Стекловолокно
Содержание углеродных волокон, %	90	60...70	-
Количество монослоев, шт	1	3...12	4...12
Прочность на растяжение, Мпа	3600	1300-2800	1500...2000
Модуль упругости, ГПа	245	165...300	55...230
Толщина, мм	0,128	1,2...1,4	0,38...0,53
Ширина, мм	300	50...150	3000

Усиление композитами относится к внешнему армированию конструкций, способ и процесс усиления значительно проще, чем у традиционного способа, что позволяет не останавливать движение по мосту и уменьшает время на проведение ремонта. Недостатком нового вида усиления является его стоимость – оно дороже, чем обычное усиление, но это только на первый взгляд. Во-первых, не стоит забывать, что долговечность и прочность материала увеличивает срок эксплуатации, а, следовательно, потенциально уменьшается количество последующих ремонтных работ и затрат на них. Во-вторых, дороже сам композитный материал, а технология устройства усиления проще. Незначительная разница в стоимости металлического и композиционного усиления впоследствии может сэкономить значительные средства [3, с. 68].

Усиление конструкций композитом заключается в наклеивании на поверхность конструкции высокопрочного углеволокна, воспринимающего на себя часть усилий от временной нагрузки, тем самым повышая несущую способность усиленного элемента. Анализ экспериментальных исследований, проведенных за рубежом и в РФ, показывает, что в большинстве случаев испытаниям подвергались балки, усиленные на действие изгибающего момента. В связи с этим выяснялась схема разрушения балок, усиленных углепластиковыми композиционными материалами, на действие поперечной силы, а также уточнялась методика их расчета по предельным состояниям.

Моделирование и решение задачи проводилось в «ANSYS Workbench». На начальном этапе задавались физические и жесткостные характеристики материалов с учетом их ортотропности, направление главных осей которых показано на рис. 1. Для древесины характеристики приведены в табл. 3 и приняты согласно действующим нормам [8, с. 80]. Недостающие значения коэффициента Пуассона ν_{xz} и модуля сдвига G_{xy} для древесины приняты из научных работ Ашкенази Е.К., Глухих В.Н. и Черных А.Г. [1, с. 25, 4, с. 40]. Характеристики для композитных материалов, используемых в расчете, приняты по действующим нормативам [9, с. 58, 5, с. 90] и приведены в табл. 4.

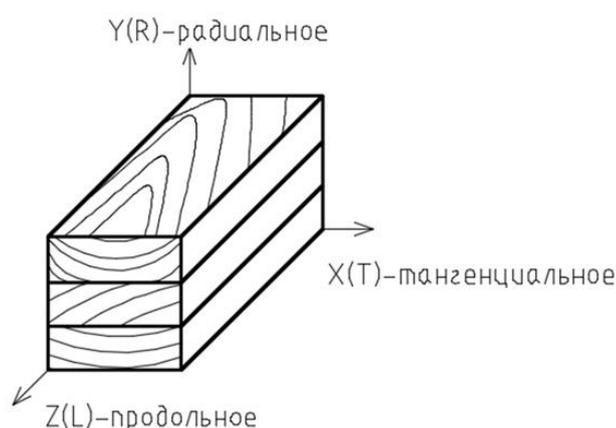


Рисунок 1. Направление главных осей в деревянных элементах

Таблица 3.

Характеристики для древесины

Название характеристики	Обозначение	Единица измерения	Значение
1	2	3	4
Плотность	ρ	кг/м ³	500
Модуль упругости X	E_x	ГПа	0,4
Модуль упругости Y	E_y	ГПа	0,4
Модуль упругости Z	E_z	ГПа	10
Коэффициент Пуассона XY	ν_{xy}	-	0,3
Коэффициент Пуассона YZ	ν_{yz}	-	0,018
Коэффициент Пуассона XZ	ν_{xz}	-	0,018
Модуль сдвига XY	G_{xy}	МПа	80
Модуль сдвига YZ	G_{yz}	МПа	500
Модуль сдвига XZ	G_{xz}	МПа	500

Таблица 4.

Характеристики для композитных материалов

Название характеристики	Обозначение	Единица измерения	Значение
1	2	3	4
Ламели из углепластика			
Плотность	ρ	кг/м ³	1600
Модуль упругости X	E_x	ГПа	9,45
Модуль упругости Y	E_y	ГПа	9,45
Модуль упругости Z	E_z	ГПа	230
Коэффициент Пуассона XY	ν_{xy}	-	0,4
Коэффициент Пуассона YZ	ν_{yz}	-	0,0122
Коэффициент Пуассона XZ	ν_{xz}	-	0,0122
Модуль сдвига XY	G_{xy}	МПа	3900
Модуль сдвига YZ	G_{yz}	МПа	5500
Модуль сдвига XZ	G_{xz}	МПа	5500
Арматура стеклопластиковая			
Плотность	ρ	кг/м ³	2000
Модуль упругости X	E_x	ГПа	8
Модуль упругости Y	E_y	ГПа	8
Модуль упругости Z	E_z	ГПа	50
Коэффициент Пуассона XY	ν_{xy}	-	0,4
Коэффициент Пуассона YZ	ν_{yz}	-	0,048
Коэффициент Пуассона XZ	ν_{xz}	-	0,048
Модуль сдвига XY	G_{xy}	МПа	3846
Модуль сдвига YZ	G_{yz}	МПа	5000
Модуль сдвига XZ	G_{xz}	МПа	5000

Исследуемые модели приняты размерами 100×350×3200 мм для возможности проведения экспериментальных исследований на аналогичных конструкциях и сравнения полученных результатов. Для уменьшения величин пиковых напряжений в местах приложения нагрузки и приближения расчетной модели к экспериментальной нагрузка на конструкцию прикладывалась через стальные распределительные пластины толщиной 20 мм и размерами

в плане 100×300 мм. После всех вышеописанных процедур производился расчет конструкции.

По результатам выполненных расчетов, для дальнейшего анализа и оценки эффективности усиления, выводились изополя перемещений и напряжений, строились графики и эпюры напряжений, характеризующие работу конструкции.

На практике часто возникает необходимость повысить несущую способность и жесткость конструкции без изменения ее внешнего вида и габаритов. Это бывает обусловлено архитектурными требованиями или исторической ценностью реконструируемого объекта. При этом, зачастую, единственным возможным вариантом усиления является продольное армирование. Численные исследования применены для определения эффективности усиления при различных вариантах расположения армирующего полимерного композита по сечению конструкции. Кроме того, установлено влияние жесткостных характеристик материала арматуры на несущую способность и деформативность конструкции. Для этого в исходных данных варьируются армирующие материалы – сравнивается эффективность применения стеклопластиковой арматуры и углепластиковых ламелей с различными модулями упругости. Для исследования были смоделированы балки размерами 100×350×3200 мм загруженные сосредоточенными нагрузками в третях пролета. Варианты расположения стеклопластиковой арматуры в сечении конструкции приведены на рис. 2. Для углепластиковых ламелей варианты расположения приведены на рис. 3.

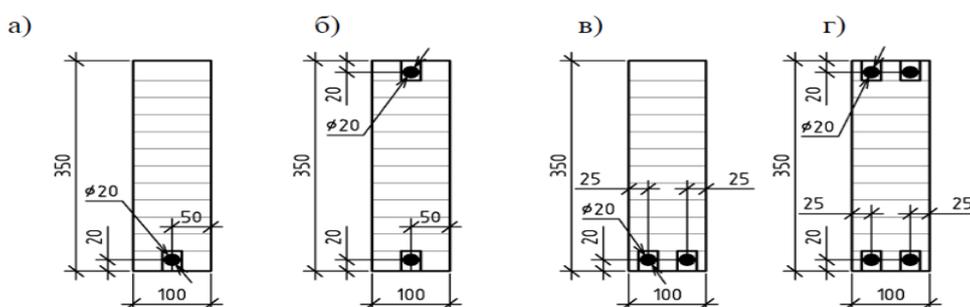


Рисунок 2. Варианты расположения стеклопластиковой арматуры в сечении конструкции: а – одинарное несимметричное ($\mu=0.85\%$); б – одинарное симметричное ($\mu=1.7\%$); в – двойное несимметричное ($\mu=1.7\%$); г – двойное симметричное ($\mu=3.4\%$); μ - процент армирования

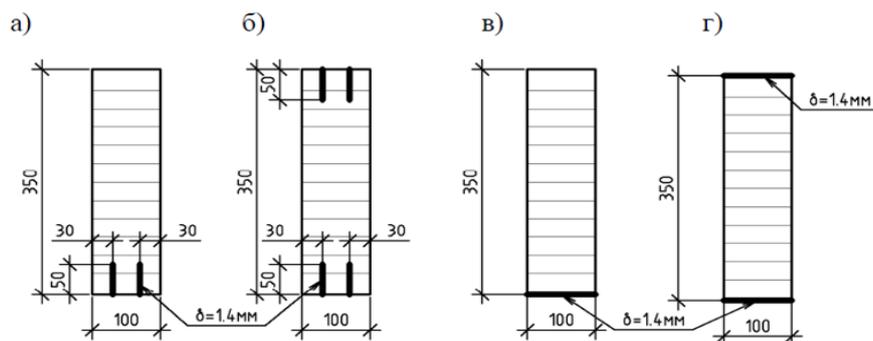


Рисунок 3. Варианты усиления конструкции углепластиковыми ламелями:
а – двойное несимметричное ($\mu=0.38\%$); б – двойное симметричное ($\mu=0.76\%$); в – двойное несимметричное по нижней грани ($\mu=0.38\%$); г – двойное симметричное по нижней и верхней грани ($\mu=0.76\%$);
 μ - процент армирования

Работа конструкции рассматривалась в пределах расчетных значений нагрузки для неусиленной балки – 50кН.

По результатам расчета построены графики зависимости прогибов от нагрузки для армирования стеклопластиком – рис. 4 и углепластиком – рис. 5. Из анализа графика следует:

- расчетные предпосылки подтверждаются;
- эффективность усиления зависит от модуля упругости армирующего материала и процента армирования;
- симметричное армирование стеклопластиковой арматурой с процентом армирования $\mu=3.4\%$ позволяет снизить прогибы в середине пролета конструкции на 21%;
- при использовании углепластиковых ламелей, где $\mu=0.76\%$, прогибы конструкции снизились на 34%.

Следует отметить, что на эффективность усиления влияет степень удаленности арматуры от нейтральной линии сечения. Так при одинаковом проценте армирования углепластиком ($\mu=0.76\%$) наибольший эффект в снижении деформативности был достигнут при расположении арматуры на гранях балки.

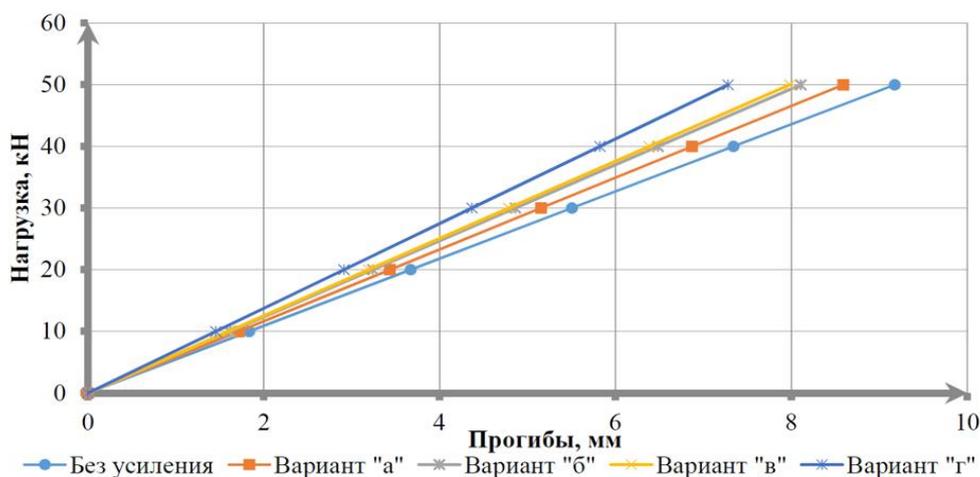


Рисунок 4. График зависимости прогибов от нагрузки при различных схемах усиления стеклопластиковой арматурой

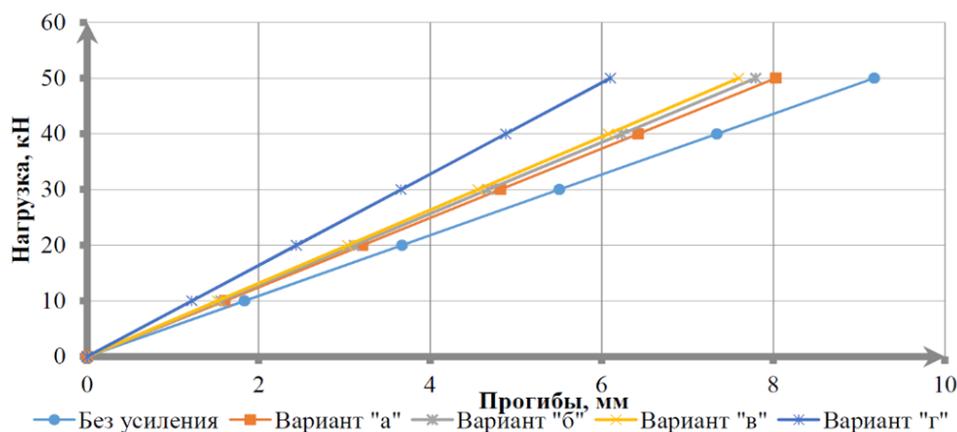


Рисунок 5. График зависимости прогибов от нагрузки при различных схемах усиления углепластиковыми ламелями

По результатам расчета построены также эпюры нормальных напряжений в зоне чистого изгиба опытной балки при расчетной нагрузке для балки без усиления – 50кН. Для конструкций, армированных стеклопластиковой арматурой эпюры изображены на рис. 6, для армированных углепластиком, эпюры приведены на рис. 7.

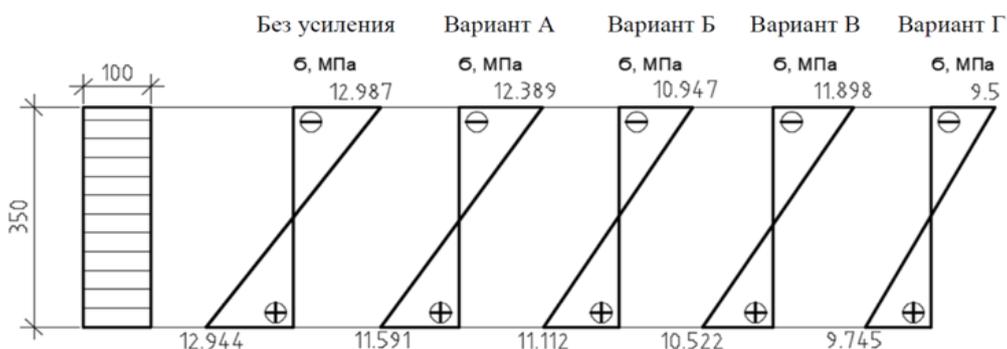


Рисунок 6. Эпюры нормальных напряжений в балке при различных вариантах усиления стеклопластиковой арматурой

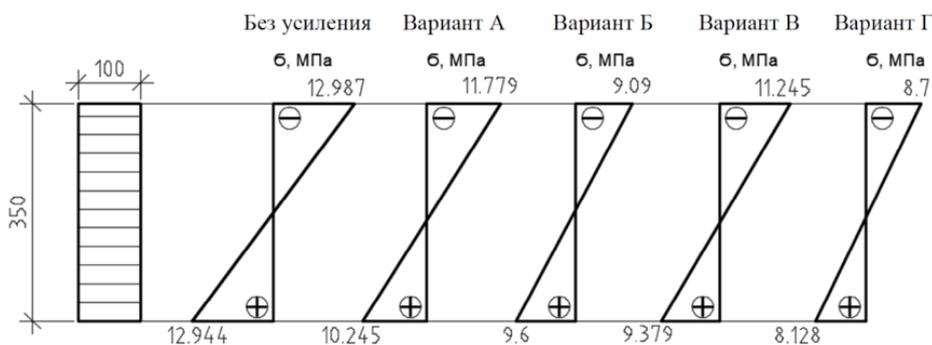


Рисунок 7. Эпюры нормальных напряжений в балке при различных вариантах усиления углепластиковыми ламелями

Из рис. 6 и 7 видно, что армирование деревянных конструкций не только снижает их деформативность, но и снижает величины нормальных напряжений в древесине. В частности, при армировании стеклопластиковыми стержнями напряжения снижались на 15%, а при армировании углепластиком – на 37%. Дополнительно следует отметить, что при несимметричном армировании конструкции происходит смещение нейтральной линии в сторону армируемой зоны, при этом нормальные напряжения в неусиленной части конструкции возрастают, это возрастание не должно превышать расчетного сопротивления древесины. При несимметричном усилении несущая способность изгибаемой конструкции по нормальным напряжениям будет определяться прочностью неармированной зоны сечения.

Основываясь на опыте эксплуатации подобных сооружений, можно сделать вывод, что применение композитных материалов является эффективным и надежным способом увеличения несущей способности несущих конструкций мостов, зданий и может быть рекомендовано для применения на других подобных конструкциях.

Список литературы:

1. Ашкенази Е.К. Анизотропия древесины и древесных материалов / Е.К. Ашкенази. – М.: «Лесная промышленность», 1978. – 219 с.
2. Вопросы усиления железобетонных конструкций композитами. Ч. 1. Экспериментальные исследования особенностей усиления композитами изгибаемых железобетонных конструкций / И.Г. Овчинников, Ш.Н. Валиев, И.И. Овчинников, В.С. Зиновьев, А.Д. Умиров // Наукоедение. 2012. № 4. <http://naukovedenie.ru/PDF/7tvn412.pdf> (Дата обращения 20.10.2020).
3. Вопросы усиления железобетонных конструкций композитами. Ч. 2. Натурные исследования усиления железобетонных конструкций композитами. возникающие проблемы и пути их решения / И.Г. Овчинников, Ш.Н. Валиев, И.И. Овчинников, В.С. Зиновьев, А.Д. Умиров // Наукоедение. 2012. № 4. <http://naukovedenie.ru/PDF/8tvn412.pdf> (Дата обращения 15.10.2020).
4. Глухих В.Н. Анизотропия древесины. Технологический аспект: моногр. / Глухих В.Н., Черных А.Г. // СПб: СПбГАСУ, 2013. – 240с.
5. ГОСТ 31938-2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 38с.
6. Лукин М.В. Совершенствование конструкций и технологии производства деревоклееных композитных балок: канд. техн. наук: 05.21.05 / Лукин Михаил Владимирович. – Владимир, 2010. – 182 с.
7. Погорельцев А.А. Увеличение сдвиговой прочности деревянных клееных балок / А.А. Погорельцев // Новые исследования в области технологии изготовления деревянных конструкций. М.: - 1988. - С. 171-174.
8. СП 64.13330.2017 «СНИП II-25-80 Деревянные конструкции», М.: Стандартинформ, 2017. – 102с.
9. Турковский С.Б. Клееные деревянные конструкции на клеенных стержнях в современном строительстве (Система ЦНИИСК) / С.Б. Турковский, А.А. Погорельцев, И.П. Преображенская. – М.: РИФ «Стройматериалы», 2012. – 300 с.

СЕКЦИЯ 2.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

АНАЛИЗ ПОНЯТИЙ ИМПУЛЬС И ОБОБЩЕННЫЙ ИМПУЛЬС В УРАВНЕНИЯХ ДИНАМИКИ

Батуев Андрей Сергеевич

студент,

ФГБОУ ВО Пермский национальный исследовательский политехнический университет,

РФ, г. Чайковский

Аннотация. Осуществляется анализ понятий импульс и обобщенный импульс в механике Ньютона, Лагранжа, Гамильтона. Рассмотрена связь обобщенного импульса и векторного потенциала. Производится сравнительный анализ использования обоих понятий в уравнениях движения нерелятивистской заряженной частицы в переменном магнитном поле. Обосновано преимущество уравнений Гамильтона.

Abstract. The concepts of momentum and generalized momentum in the mechanics of Newton, Lagrange, and Hamilton are analyzed. The relationship between the generalized momentum and the vector potential is considered. A comparative analysis of the use of both concepts in the equations of motion of a non-relativistic charged particle in an alternating magnetic field is performed. The advantage of Hamilton's equations is proved.

Ключевые слова: импульс; обобщенный импульс; механика Ньютона, Лагранжа, Гамильтона; динамическое уравнение.

Keywords: momentum; generalized momentum; Newton, Lagrange, Hamilton mechanics; dynamic equation.

В классической механике понятию импульс могут соответствовать отличные, но математически связанные друг с другом понятия. Ньютон [1] определяет

импульс \mathbf{p} как меру количества движения, устанавливаемую пропорционально скорости \mathbf{v} и массе m материальной точки $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$.

В трактате «Аналитическая механика» [2] Лагранж вводит понятие обобщенного импульса \mathbf{P} и определяет его как частную производную скалярной функции – функции Лагранжа по скорости.

В настоящее время оба понятия имеют широкое применение при задании механического движения в форме обыкновенных дифференциальных уравнений.

Целью данной работы является сравнительный анализ использования обоих понятий при описании движения нерелятивистской заряженной частицы в переменном магнитном поле.

1. Уравнения Ньютона и Лагранжа.

Рассмотрим движение нерелятивистской частицы с массой m в декартовой системе координат в инерциальной системе отсчета. Динамическое уравнение Ньютона частицы может быть записано в двух формах:

$$m \frac{d}{dt} \mathbf{v} = \mathbf{F}(\mathbf{r}, \mathbf{v}, t), \quad \frac{d}{dt} \mathbf{p} = \mathbf{F}(\mathbf{r}, \mathbf{v}, t), \quad (1)$$

где \mathbf{v} – скорость частицы; \mathbf{p} – её импульс; $\mathbf{F}(\mathbf{r}, \mathbf{v}, t)$ – сила, действующая на частицу как функция её положения, скорости и, вообще говоря, времени t .

Если $\mathbf{F} = 0$, то имеет место интеграл движения $\mathbf{p} = m\mathbf{v} = \text{Const}$, называемый законом сохранения импульса.

Стоящие в левых частях уравнений (1) выражения можно представить как градиенты скалярных функций $T(\mathbf{v}) = 0.5m\mathbf{v}^2$, $T(\mathbf{p}) = 0.5\mathbf{p}^2$ по векторному аргументу скорости $\mathbf{v} \in \mathbf{R}_v^3$ и импульса $\mathbf{p} \in \mathbf{R}_p^3$, соответственно, поскольку

$$\mathbf{v} = \frac{\partial T}{\partial \mathbf{v}} \equiv \nabla_{\mathbf{v}} T(\mathbf{v}), \quad \mathbf{p} = \frac{\partial T}{\partial \mathbf{p}} \equiv \nabla_{\mathbf{p}} T(\mathbf{p}). \quad (2)$$

Функции $T(\mathbf{v})$, $T(\mathbf{p})$ – выражают кинетическую энергию материальной точки.

Используя (2), динамические уравнения (1) можно записать в формах:

$$\frac{d}{dt} \nabla_{\mathbf{v}} T(\mathbf{v}) = \mathbf{F}(\mathbf{r}, \mathbf{v}), \quad \frac{d}{dt} \nabla_{\mathbf{p}} T(\mathbf{p}) = \mathbf{F}(\mathbf{r}, \mathbf{v}). \quad (3)$$

Предположим, что стоящая в правых частях сила зависит только от координат $\mathbf{F} = \mathbf{F}(\mathbf{r})$. Пусть, кроме того, сила может быть представлена в виде градиента некоторой силовой функции $f(\mathbf{r})$ по аргументу радиус-вектора $\mathbf{F}(\mathbf{r}) = \nabla_{\mathbf{r}} f(\mathbf{r})$. Иными словами, сила выражается потенциальным полем [3]. Тогда уравнения (3) могут быть записаны в формах:

$$\frac{d}{dt} \nabla_{\mathbf{v}} T(\mathbf{v}) = -\nabla_{\mathbf{r}} U(\mathbf{r}), \quad (4)$$

$$\frac{d}{dt} \nabla_{\mathbf{p}} T(\mathbf{p}) = -\nabla_{\mathbf{r}} U(\mathbf{r}), \quad (5)$$

где функция $U(\mathbf{r}) = -f(\mathbf{r})$, определяет потенциальную энергию частицы [3].

Таким образом, если действующая на материальную точку сила потенциальна, то динамические уравнения (1), связывающие векторные функции \mathbf{v} , \mathbf{p} , \mathbf{F} , могут быть преобразованы к динамическим уравнениям, связывающим скалярные функции $T(\mathbf{v})$, $T(\mathbf{p})$, $U(\mathbf{r})$.

Динамическое уравнение (4) – есть уравнение Лагранжа движения материальной точки в декартовой системе координат в инерциальной системе отсчета [3].

Пользуясь тем, что потенциальная энергия не зависит от скорости материальной точки, а её кинетическая энергия не зависит от декартовых координат, уравнение Лагранжа можно записать в виде:

$$\frac{d}{dt} \nabla_{\mathbf{v}} L(\mathbf{v}, \mathbf{r}) = 0, \quad (6)$$

где $L(\mathbf{v}, \mathbf{r}) = T(\mathbf{v}) - U(\mathbf{r})$ – функция Лагранжа.

В частности, уравнение Лагранжа (6) свободной материальной точки

$$\frac{d}{dt} \nabla_{\mathbf{v}} L(\mathbf{v}, \mathbf{r}) = 0, \quad L(\mathbf{v}, \mathbf{r}) = T(\mathbf{v}). \quad (7)$$

Из выражений (6), (7) следует, что функция Лагранжа связана с классическим импульсом соотношением $\mathbf{p} = m\mathbf{v} = \nabla_{\mathbf{v}} L(\mathbf{v}, \mathbf{r})$. С другой стороны, градиент функции Лагранжа по векторному аргументу скорости определяет обобщенный импульс материальной точки $\mathbf{P} = \nabla_{\mathbf{v}} L(\mathbf{v}, \mathbf{r})$. Таким образом, обобщенный импульс частицы в потенциальном поле в декартовой системе координат совпадает с импульсом Ньютона $\mathbf{p} = \mathbf{P}$.

2. Векторный потенциал.

При выводе уравнения Лагранжа из уравнения Ньютона мы ограничились силами, зависящими только от декартовой координаты материальной точки и, кроме того, представимой в форме градиента силовой функции. Это позволило нам перейти к динамическому уравнению Лагранжа, связывающему скалярные функции. Естественно возникает вопрос: нельзя ли аналогичным образом поступить с силой, зависящей и от скорости.

Конкретизируем задачу. Во-первых, можно ли определить такую силу $\mathbf{F}(\mathbf{r})$, которая, кроме того, зависит от скорости $\mathbf{F} = \mathbf{F}(\mathbf{v}, \mathbf{r})$ и допускает

представление в форме интеграла движения. Во-вторых, если такая абстракция возможна, будет ли она иметь практический смысл.

Пусть F – такая сила. Закон Ньютона запишется для нее в форме:

$$\frac{d}{dt}(m\mathbf{v}) = \frac{d}{dt}\mathbf{p} = \mathbf{F}(\mathbf{v}, \mathbf{r}). \quad (8)$$

Чтобы получить интеграл движения, необходимо представить функцию F в форме полного дифференциала от скалярной функции, зависящей от скорости. Замечаем, что в вышеприведенных рассуждениях мы именно так представили вектора скорости. Действительно, у нас было: $m\mathbf{v} = \nabla_{\mathbf{v}} 0.5m(\mathbf{v} \cdot \mathbf{v}) = \nabla_{\mathbf{v}} T(\mathbf{v})$, т. е. кинетическая энергия являлась «потенциалом» для функций скоростей. Запишем закон Ньютона в виде:

$$\frac{d}{dt} \nabla_{\mathbf{v}} \left(\frac{mv^2}{2} \right) = \mathbf{F}(\mathbf{v}, \mathbf{r}). \quad (9)$$

Из выражения (9) следует необходимость выполнения условия:

$$\frac{d}{dt} \nabla_{\mathbf{v}} \Phi(\mathbf{v}, \mathbf{r}) = \mathbf{F}(\mathbf{v}, \mathbf{r}), \quad (10)$$

где $\Phi(\mathbf{v}, \mathbf{r})$ – некоторое скалярное поле по векторным аргументам радиус-вектора и скорости. Тогда закон Ньютона (8) вновь можно привести к уравнению Лагранжа (6). Сила, удовлетворяющая условию (10), называется обобщенно-потенциальной силой [3].

Проанализируем возможный вид функции $\Phi(\mathbf{v}, \mathbf{r})$. Уравнение (10) означает, что, если функция $\Phi(\mathbf{v}, \mathbf{r})$ тождественно не равна нулю, то она зависит от скорости, но лишь линейно. В противном случае, после взятия внешней

производной по времени у нас получилась бы сила $F=F(v,v,r)$, зависящая от ускорений и нарушающая принцип детерминированности Ньютона [4]. Поскольку v – вектор, а $\Phi(v,r)$ – скаляр, то единственно возможная зависимость, с точностью до знака, определяется выражением:

$$\Phi = -C(A \cdot v), \quad (12)$$

где $A=A(r)$ – векторное поле, называемое векторным потенциалом [3]; C – произвольная постоянная величина.

Если сила $F(v,r)$ имеет вид (10), то уравнение (9) приводится к виду:

$$\frac{d}{dt} \nabla_v (0.5mv^2 + \Phi(v)) = \frac{d}{dt} \nabla_v (0.5mv^2 + C(A \cdot v)) = 0. \quad (13)$$

Сравнивая (13) с уравнением Лагранжа свободной материальной точки (7), видим, что уравнения будут иметь одинаковую форму, если положить

$$L(v,r) = \frac{mv^2}{2} + C(A \cdot v). \quad (14)$$

Таким образом, динамическое уравнение Лагранжа движения материальной точки в поле векторного потенциала (12) формально совпадает с уравнением Лагранжа (6) свободной частицы.

По определению Лагранжа, градиент функции Лагранжа по векторному аргументу скорости есть обобщенный импульс:

$$P = \nabla_v L(v,r) = mv + CA. \quad (15)$$

Следовательно, импульс и обобщенный импульс в случае движения материальной точки в поле векторного потенциала связаны уравнением:

$$\mathbf{P} = \mathbf{p} + C \mathbf{A}. \quad (16)$$

Если векторный потенциал зависит от времени явно, то из (16) следует

$$\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial t} = C \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}. \quad (17)$$

Подставляя функцию Лагранжа (14) в уравнение (6), мы видим, что обобщенный импульс частицы в поле векторного потенциала является интегралом движения. Её динамическое уравнение $\dot{\mathbf{P}} = 0$ формально совпадает с уравнением движения свободной частицы $\dot{\mathbf{p}} = 0$. Тем не менее, движения будут существенно различны. В частности, если для классического импульса выполнено условие $\dot{\mathbf{p}} = 0$, то мы немедленно получаем прямолинейное равномерное движение материальной точки со скоростью v_0 . В случае же обобщенного импульса сохраняется величина, определяемая выражением (16) и движение будет не прямолинейным и не равномерным.

3. Движение материальной точки в электромагнитном поле.

Мы определили условие, при котором зависящая от скорости сила может входить в уравнение Лагранжа в форме скалярного поля. Но при этом не ясно, может ли такая сила являться математической моделью какой-либо физической реальности. Таким образом, решим вторую из поставленных задач.

Формализуем задачу. Легко видеть, что нам необходимо преобразовать уравнение (6) с функцией Лагранжа (14), имеющее вид

$$\frac{d}{dt}(\mathbf{p} + C \cdot \mathbf{A}) = 0, \quad (18)$$

к классическому уравнению Ньютона (1) и определить: будет ли стоящая в правой части уравнения сила Ньютона иметь практическую реализацию.

Из (18) следует, что элементарное приращение импульса определяется полным дифференциалом векторного потенциала, т. е. $d\mathbf{p} = -C \cdot d\mathbf{A}$. Полный дифференциал векторного поля можно разложить на три составляющие: $d\mathbf{A} = d\mathbf{A}_\tau + d\mathbf{A}_n + d\mathbf{A}_t$. Тангенциальная составляющая $d\mathbf{A}_\tau$ изменяет абсолютную величину импульса. Нормальная составляющая $d\mathbf{A}_n$ изменяет направление импульса. Наконец $d\mathbf{A}_t$ отражает возможность явной зависимости векторного потенциала от времени.

Поскольку нормальная составляющая $d\mathbf{A}_n$ изменяет только направление вектора импульса, то её можно представить в форме векторного произведения элементарного перемещения $d\mathbf{r}$ на ротор векторного потенциала:

$$d\mathbf{A}_n = C[\nabla \times \mathbf{A} \cdot d\mathbf{r}]. \quad (19)$$

Дифференциал же тангенциальной составляющей $d\mathbf{A}_\tau$ может быть выражен через дивергенцию векторного потенциала в виде:

$$d\mathbf{A}_\tau = \nabla \cdot \mathbf{A} d\mathbf{r}. \quad (20)$$

Заметим, что к настоящему времени нет эмпирических фактов существования поля, реализующего эту составляющую. Тем не менее, для общности анализа мы не будем исключать её из динамического уравнения.

Наконец, временная составляющая может быть записана в форме:

$$d\mathbf{A}_t = \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} dt \equiv \nabla_t \mathbf{A} dt. \quad (21)$$

Она изменяет величину импульса, если векторный потенциал зависит от времени явно $\mathbf{A} = \mathbf{A}(t)$.

Подставим (19), (20), (21) в уравнение (18) и перепишем его в виде:

$$\dot{\mathbf{p}} = -C(\mathbf{v} \nabla \cdot \mathbf{A} - [\mathbf{v} \cdot \nabla \times \mathbf{A}] + \nabla_t \mathbf{A}) \quad (22)$$

Если теперь определить $\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$, $\nabla \times \mathbf{A} = \mathbf{B}$, $-\nabla_t \mathbf{A} = \mathbf{E}_{ind}$, $C = e$, где \mathbf{B} – индукция магнитного поля; \mathbf{E}_{ind} – напряженность индукционного электрического поля; e – электрический заряд материальной точки, то динамическое уравнение (22) будет иметь форму второго закона Ньютона для заряда, движущегося в переменном магнитном поле [3]:

$$\dot{\mathbf{p}} = e[\mathbf{v} \mathbf{B}] - e \mathbf{E}_{ind} \quad (23)$$

Из определения импульса $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ следует дифференциальное уравнение:

$$\dot{\mathbf{r}} = m^{-1} \mathbf{p}. \quad (24)$$

Дифференциальные уравнения (23), (24) реализуют импульсное представление при исследовании движения нерелятивистских заряженных частиц в переменном магнитном поле.

4. Уравнения Гамильтона.

Выведем теперь динамические уравнения движения заряженной частицы в переменном магнитном поле, используя концепцию обобщенного импульса.

Умножая обе части уравнения (18) на произведение $\mathbf{v} dt$, получим $\mathbf{v} d(\mathbf{p} + e\mathbf{A}) = 0$. Используя уравнения (15) и (16) преобразуем выражение (18) к виду $m^{-1}(\mathbf{P} - e\mathbf{A})d\mathbf{P} = 0$, откуда следует интеграл движения в форме:

$$H = \frac{1}{2m}(\mathbf{P} - e\mathbf{A})^2 - Const. \quad (25)$$

Функция (25) определяет функцию Гамильтона частицы в магнитном поле [3].

Возьмем полную производную выражения (25):

$$\frac{dH}{dt} = \frac{1}{m}(\mathbf{P} - e\mathbf{A}) \left(\frac{d\mathbf{P}}{dt} + \nabla_i \mathbf{P} - e \nabla_r \mathbf{A} \frac{d\mathbf{r}}{dt} - e \nabla_i \mathbf{A} \right) = 0. \quad (26)$$

Для движущейся заряженной частицы из уравнения (26) следует уравнение:

$$\frac{d\mathbf{P}}{dt} + \nabla_i \mathbf{P} - e \mathbf{v} \nabla_r \mathbf{A} - e \nabla_i \mathbf{A} = 0, \quad (27)$$

где $\mathbf{v} \equiv d\mathbf{r}/dt$. Условие (17) в случае $C = e$ означает $\nabla_i \mathbf{P} = e \nabla_i \mathbf{A}$. Поэтому второе и четвертое слагаемые уравнения (27) дают ноль.

Разрешим уравнение (15) относительно \mathbf{v} и, полагая $C = e$, запишем:

$$\mathbf{v} = m^{-1}(\mathbf{P} - e\mathbf{A}), \quad (28)$$

или в форме обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка:

$$\frac{d\mathbf{r}}{dt} = \frac{1}{m}(\mathbf{P} - e\mathbf{A}). \quad (29)$$

Используя (28) приводим выражение (27) также к форме обыкновенного уравнения первого порядка:

$$\frac{d\mathbf{P}}{dt} = \frac{e}{m}(\mathbf{P} - e\mathbf{A})\nabla_r A. \quad (30)$$

Динамические уравнения (29), (30) называются уравнениями Гамильтона заряженной частицы в поле векторного потенциала. Они позволяют исследовать движение нерелятивистских частиц в переменном магнитном поле на основе использования концепции обобщенного импульса и векторного потенциала электромагнитного поля.

Использование векторного потенциала в уравнениях Гамильтона (29), (30) позволяет свести движение частицы к движению в одном векторном поле \mathbf{A} . В то время как соответствующие уравнения Ньютона (23) требуют использования двух векторных полей \mathbf{V} и \mathbf{E}_{ind} . Кроме того, наличие векторного произведения, как правило, усложняет решение уравнений. Эти факторы делают использование уравнений Гамильтона предпочтительным.

Заключение

Мы осуществили сравнительный анализ использования понятий импульса и обобщенного импульса в динамике нерелятивистской материальной точки. Получены следующие основные результаты:

1. В декартовой системе координат для материальной точки, движущейся в потенциальном поле, её импульс равен обобщенному импульсу. Условие потенциальности силы позволяет перейти от динамических уравнений в форме Ньютона к динамическим уравнениям в форме Лагранжа.

2. При движении материальной точки под действием обобщенно потенциальной силы введение обобщенного импульса позволяет привести динамическое уравнение Ньютона к форме динамического уравнение Лагранжа и наоборот. При этом импульс частицы и её обобщенный импульс, существенно, разные величины.

3. Движение нерелятивистских частиц в переменном магнитном поле может быть задано на основе использования импульса в форме динамических

уравнений Ньютона или на основе использования концепции обобщенного импульса в форме уравнений Гамильтона.

Список литературы:

1. Ньютон И. Математические начала натуральной философии / *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*: [пер. с лат.] / Исаак Ньютон; ред. и предисл. Л.С. Полака; пер. и комм. А.Н.Крылова. – М.: Наука, 1989. – 688 с.
2. Лагранж Ж.Л. Аналитическая механика. – Т 1. – М.: ГИТТЛ, 1950. – 594 с.
3. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. – М.: Изд. Моск. ун-та, 1978. – 575 с.
4. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. – М.: Наука, 1974. – 432 с.

АНАЛИЗ ЭКВИАФФИННЫХ И АФФИННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРОСТРАНСТВА

Суханов Михаил Евгеньевич

студент,

ФГБОУ ВО Пермский национальный исследовательский политехнический университет,

РФ, г. Чайковский

Аннотация. Рассматриваются эквиаффинные и аффинные преобразования аффинного пространства. Производится сравнительный анализ их использования к преобразованиям систем отсчета в механике. Использование концепции базисного и координатного многообразия упрощают формализм рассуждений и обеспечивают инвариантность результатов.

Abstract. Equiaffine and affine transformations of an affine space are considered. A comparative analysis of their use for transformations of reference systems in mechanics is made. Using the concept of a basis and coordinate manifold simplifies the formalism of reasoning and ensures invariance of results.

Ключевые слова: эквиаффинные и аффинные преобразования; аффинное пространство; координатный метод; координатное пространство; изоморфизм.

Keywords: equiaffine and affine transformations; affine space; coordinate method; coordinate space; isomorphism.

Векторное исчисление есть пример прямого геометрического исчисления: его объекты и операции носят непосредственно геометрический характер [1].

Не меньшую роль в геометрии играет координатный метод, при котором геометрические образы изучаются методами алгебры и анализа. Координатный метод описывает геометрические образы посредством использования систем координат. Выбор системы координат неоднозначен и определяется из соображений максимальной простоты модели объекта, построенной в ней. Вместе с тем, между координатными системами, выражающими модели одного и того же геометрического объекта, должно существовать некоторое отношение

эквивалентности, выражающее их свойство моделировать один и тот же объект. Это отношение эквивалентности можно рассматривать как класс преобразований системами координат инвариантных относительно свойства моделируемого объекта. При этом возможны две интерпретации преобразований [2].

Активная точка зрения (*alibi*), – преобразование координатных систем описывает некоторое отображение, при котором одному геометрическому объекту ставится в соответствие другой математический объект. В частности, одной точке – новая точка.

Пассивная точка зрения (*alias*), – преобразование координат вводит новое описание одного и того же объекта. В частности, каждой точке – её новые координаты.

Целью данной работы является сравнительный анализ обеих интерпретаций в рамках аффинного пространства.

1. Аффинное пространство.

Символом X будем обозначать абстрактное множество с элементами – точками. Аффинное пространство [1] A^n , есть точечное множество X с присоединенным к нему векторным пространством размерности \mathbf{R}^n , т.е. $A^n = \langle X, \mathbf{R}^n \rangle$. При этом предполагается выполнение аксиом:

1. Каждой упорядоченной паре \overline{AB} точек множества X ставится в соответствие один и только один вектор \mathbf{x} пространства \mathbf{R}^n .

2. Каждой точке A и каждому вектору \mathbf{x} отвечает одна и только одна точка B , такая что $A + \mathbf{x} = B$.

3. Сложению векторов соответствует сложение упорядоченных пар по правилу параллелограмма $\overline{AB} + \overline{DC} = \overline{AC}$.

Аффинное пространство в форме точечно-векторной конструкции позволяет осуществить геометрическое исчисление, в основе которого лежат понятия – точка и прямая линия. А именно, всякое исчисление, проводимое на векторах, может быть истолковано как геометрическое построение.

Для того чтобы изучать геометрические образы методами алгебры (аналитическая геометрия) и анализа (дифференциальная), в геометрии используется координатный метод.

Координатное пространство – одна из основных математических моделей, имеющих многочисленное применение, в частности, при координатном представлении элементов векторного пространства и точечного множества.

Координатное пространство X^n – декартова степень $X^n = R^n$ множества действительных чисел R , снабженная структурой линейного топологического пространства [1].

Взаимно однозначное отображение (изоморфизм) точечного множества X в координатное пространство X^n , т.е. $X \leftrightarrow X^n$ реализует геометрическое координатное пространство. Элементы координатного пространства записываются в форме упорядоченных наборов $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$.

2. Базисное многообразие.

Пусть к аффинному пространству присоединено векторное пространство \mathbf{R}^n . Это означает, что в нем существует хотя бы один набор линейно независимых векторов $e_1, \dots, e_n \in \mathbf{R}^n$, образующих базис пространства.

Пусть $\{A_i^j\}$ – множество матриц с определителем, неравным нулю $\det|A_i^j| \neq 0$. Рассмотрим множество преобразований

$$e_{i'} = A_{i'}^1 e_1 + A_{i'}^2 e_2 + \dots + A_{i'}^n e_n = A_{i'}^i e_i, \quad i' = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

В выражении (1) мы использовали тензорную запись, подразумевая суммирование по буквенному индексу, если он записан дважды: один раз – вверху, другой – внизу. Эту запись мы будем использовать в дальнейшем, не расписывая выражение в компонентах.

Базисное преобразование (1) образует мультипликативную, транзитивную и свободную группу преобразований [1] базисов G_e . Отсюда следует, что базис (1) порождает базисное многообразие – совокупность базисов, между

которыми установлено взаимно однозначное соответствие или изоморфизм. Базисное многообразие будем обозначать структурой $\langle E, G_e \rangle$, где E – базисное множество, G_e – действующая на нем группа преобразований.

Пусть $A^n = \langle X, \mathbf{R}^n \rangle$ – аффинное пространство. Определим на \mathbf{R}^n базисное многообразие $\langle E, G_e \rangle$. Фиксируя произвольную точку $O \in X$ и какой-либо базис многообразия $e_1, \dots, e_n \in E \in \langle E, G_e \rangle$, построим конструкцию $Oe_1e_2\dots e_n$, которая называется репером аффинного пространства в точке O .

Поскольку базис построенного нами репера принадлежит многообразию, то очевидным обобщением понятия базис является реперное многообразие в точке $O \in X$ аффинного пространства, т.е. конструкция $P_e = \langle O, E, G_e \rangle$.

Ясно, что реперное многообразие можно отнести к любой точке аффинного пространства. Следовательно, между репером, отнесенным к двум разным точкам, должна существовать связь в форме некоторого изоморфизма. Эту связь можно установить, используя аксиомы линейного пространства. Действительно, пусть $O, O' \in X$ – точки приложения репера $e_1, \dots, e_n \in E \in \langle E, G_e \rangle$. Тогда определено преобразование $O' = O + x$, где $x \in \mathbf{R}^3$. Таким образом, определена группа параллельных переносов, преобразующих реперы, приложенные к разным точкам аффинного пространства.

Преобразование аффинных реперов в себя называется эквиаффинными преобразованиями, а группа этих преобразований – квазиаффинной группой. Подчеркнем, что квазиаффинная группа преобразований действует не на самом точечном множестве аффинного пространства, а на многообразии реперов.

3. Система координат.

Теперь мы можем определить аффинную систему координат. Пусть $Oe_1e_2\dots e_n$ – произвольный репер аффинного пространства, X^n – координатное пространство. Определим операцию свертывания базисных элементов с элементами координатного пространства по формуле

$$x = e_1 x^1 + e_2 x^2 + \dots + e_n x^n = e_i x^i. \quad (2)$$

Структура $\langle Oe_1e_2\dots e_n, X^n \rangle$ определяет аффинную координатную систему с началом в точке $O \in A^n$ аффинного пространства. Обобщая структуру координатной системы $\langle Oe_1e_2\dots e_n, X^n \rangle$ на базисное многообразие $\langle E, G_e \rangle$, получим многообразие центроаффинных координатных систем $\langle O, E, G_e, X^n \rangle$ – систем отнесенных к точке $O \in X$.

Действие группы G_e на множестве базисов индуцирует группу преобразований G_x координатного пространства X^n $x = e_i x^i$, $e_i = A_i^{i'} e_{i'}$, $\Rightarrow x = e_i x^i = e_{i'} A_i^{i'} x^i = e_{i'} x^{i'}$, или $x^i = A_i^{i'} x^{i'}$. Обратное преобразование будет

$$x^{i'} = A_i^{i'} x^i. \quad (3)$$

Любые две аффинные системы координат многообразия связаны точечным преобразованием (3). Преобразование координатных систем, индуцированное квазиаффинным преобразованием реперов, не затрагивает геометрических объектов, которые в них рассматриваются. Поэтому их можно рассматривать как описания одного и того же объекта в различных системах координат (системах отсчета) – точка зрения alias.

4. Аффинные преобразования.

При квазиаффинных преобразованиях первичными являются преобразования реперов, которые индуцируют координатные преобразования. В отличие от них в аффинных преобразованиях первичными являются преобразования координатного пространства X^n .

Пусть $A^n = \langle X, \mathbf{R}^n \rangle$ – аффинное пространство, $\langle Oe_1e_2\dots e_n, X^n \rangle$ – фиксированная система координат на ней. Используя тот факт, что координатное пространство линейно, определим точечное преобразование

$$x^{i'} = A_i^{i'} x^i, \quad (4)$$

где $A_i^{i'}$ – фиксированная матрица с определителем, неравным нулю $\det|A_i^{i'}| \neq 0$.

Применив преобразование (4) ко всем точкам координатного пространства, мы получим новое координатное пространство X'^n .

Важно, что преобразование (4) затрагивает все точки аффинного пространства, в том числе точки X_1, X_2, \dots, X_n , которые определяют базисные элементы репера $Oe_1e_2\dots e_n$. Следовательно, преобразование (4) индуцирует преобразование векторов присоединенного пространства, вида $r_1 = x^i e_i \Rightarrow r_2 = x'^i A_{i'}^i e_i$. В том числе преобразуются базисные векторы репера

$$e'_i = A_{i'}^i e_i. \quad (5)$$

Таким образом, координатное преобразование (4) индуцирует преобразование (5) такое, что координаты каждой точки остаются неизменными. Это означает, что координатное преобразование (4) преобразует изоморфным образом аффинное пространство A^n с репером $Oe_1e_2\dots e_n$ в аффинное пространство A'^n с репером $Oe'_1e'_2\dots e'_n$. Преобразование (5) называется аффинным преобразованием.

Хотя в аффинном преобразовании первичным является координатное преобразование, в практическом плане оказывается удобным определять его на основе задания реперного преобразования (5). В этой связи заметим, что реперное преобразование (5) взаимно однозначно соответствует координатному преобразованию (4), если оно оставляет неизменными координаты векторов точек аффинного пространства. Преобразования (4), (5) образуют группу аффинных преобразований [1] или аффинную группу. Поскольку аффинное преобразование преобразует пространство вместе с геометрическими объектами, заданными в нем, то и сам объект переходит в новый объект. Иными словами, реализуется концепция *alibi*.

5. Пример квазиаффинных и аффинных преобразований

В качестве примера использования обеих концепций рассмотрим движение (вращение) Земли вокруг своей оси. Помещая начало отсчета в геометрический центр планеты, возьмем репер какой-либо фиксированной ориентации и построим на нем систему координат. Каждой точке Земли, как геометрическому объекту, будут соответствовать её координаты в этой системе.

Концепция *alias* реализует выбор нового репера и построение новой системы координат с иной ориентацией и, вообще говоря, с иным масштабом. При этом, поскольку положение Земли как геометрического объекта остается неизменным, в новой системе координат координаты точек будут иными. Вращение Земли будет задаваться координатными функциями времени. При этом базисные векторы репера остаются неизменными. Система отсчета остается неподвижной.

Концепция *alibi* реализует построение нового пространства, изоморфного старому. В нем будет новый репер и новая система координат, но вследствие изоморфизма все координаты точек геометрического объекта – Земли, останутся прежними. Вращение Земли в этом случае, будет задаваться базисными векторами репера как функциями времени. Координаты же точек Земли, как геометрического объекта будут оставаться неизменными. Система отсчета жестко скреплена с планетой и вращается вместе с ним.

Заключение

Мы рассмотрели структуру аффинных и квазиаффинных преобразований аффинного пространства и осуществили их сравнительный анализ. Сформулируем основные выводы.

Эквивалентные преобразования обеспечивают изоморфизм выбора различных систем координат, в которых рассматривается геометрический объект. Аффинные преобразования обеспечивают изоморфизм различных моделей одного и того же геометрического объекта. Основу эквивалентных

преобразований составляет реперное многообразие, в то время как основу аффинного преобразования составляет координатное многообразие.

Список литературы:

1. Рашевский К.Р. Риманова геометрия и тензорный анализ. М.: Наука, 1967. 664 с.
2. Корн Г, Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М: Наука, 1984. 832 с.

**В РАСЧЕТАХ НОРМ СОВРЕМЕННОЙ МОРАЛИ ...
(УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ)**

Царёва Алиса Александровна

студент,

*Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Департамента здравоохранения города Москвы «Медицинский колледж № 1»,
РФ, г. Москва*

Климова Елена Васильевна

научный руководитель, преподаватель,

*Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Департамента здравоохранения города Москвы «Медицинский колледж № 1»,
РФ, г. Москва*

**CALCULATING THE NORMS OF MODERN MORALITY ...
(RESEARCH PROJECT)**

Alisa Tsareva

Student,

*State budgetary professional educational institution of the Department of Health
of the city of Moscow "Medical College No. 1",
Russia, Moscow*

Elena Klimova

Supervisor,

*Teacher, State budgetary professional educational institution of the Department
of Health of the city of Moscow "Medical College No. 1",
Russia, Moscow*

Аннотация. Проект «В расчетах норм современной морали ...» был реализован для создания картины моральных отношений в современном обществе. В ходе его реализации были проведены испытание среди 50 человек и социальный опрос среди 150 человек в возрасте от 15 до 25 лет. Для обработки полученных результатов использованы понятия и формулы математической статистики и теории функций.

Abstract. The project "Calculating the norms of modern morality ..." was implemented to create a picture of moral relations in modern society. In the course of its implementation, a test was carried out among 50 people and a social survey among

150 people aged 15 to 25 years. To process the results obtained, the concepts and formulas of mathematical statistics and theory of functions were used.

Ключевые слова: современная мораль, статистическое распределение.

Keywords: modern morality, statistical distribution.

Введение. Актуальность выбранной темы проекта продиктована существованием устойчивой тенденции к снижению норм морали. Цель исследования: с помощью аппарата математической статистики получить представление о нормах современной морали. Задачи исследования: провести десятидневное испытание «Я сегодня», показывающее какие слова вежливости превалируют в лексиконе современного человека; провести социальный опрос о приоритетах современной молодёжи при выборе музыки, литературы, телепередач, путешествий, посещения конкретных заведений; составить статистическое распределение по каждой группе данных; представить полученные данные в табличном или графическом виде; сделать выводы прогнозы.

Методы исследования: анкетирование, проведение испытания, наблюдение, анализ, синтез, обобщение, сравнение, математические и статистические методы. Объект исследования: нормы современной морали. Предмет исследования: стиль общения и привычки современной молодёжи.

Результаты и их обсуждение

Нами было проведено испытание, в котором принимали участие 50 человек в возрасте от 16 до 25 лет, из них 24 лица женского пола и 26 - мужского. Они должны были в течение 10 дней следить за тем, что они говорят и делают, и проводить подсчет хороших и плохих слов, поступков.

В таблице 1 представлено статистическое распределение количества произносимого в день слова «Спасибо».

Таблица 1.

Количество произносимого в день слова «Спасибо»

Количество раз в день	2-6	7-12	13-17	18-22	23-27	28-32	33-37
Количество женщин	7	5	6	2	1	2	1
Количество мужчин	13	6	4	1	2	0	0

По формуле выборочной средней [1], женщины говорят слово «Спасибо» в среднем 12 раз в день, а мужчины – 9 раз в день.

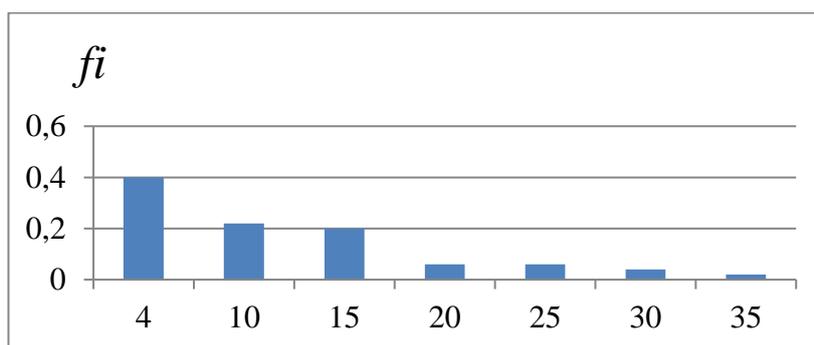


Рисунок 1. Гистограмма статистического распределения количества произносимого за день слова «Спасибо»

По гистограмме статистического распределения мы видим, что по относительной частоте люди произносят слово «Спасибо» в среднем 4 раз в день.

Таблица 2.

Количество произносимого в день слова «Пожалуйста»

Количество раз в день	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24
Количество женщин	13	7	3	0	1
Количество мужчин	16	6	2	2	0

Слово «Пожалуйста» и мужчины, и женщины говорят в среднем 5 раз в день.

Таблица 3.

Количество произносимых в день слов «Простите, извините»

Количество раз в день	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24
Количество женщин	10	7	3	2	2
Количество мужчин	19	3	3	1	0

Слова «Простите, извините» женщины говорят в среднем 10 раз в день, а мужчины – 4 раза в день.

Согласно исследованиям, проведенным учёными из Техаса, люди обоих полов ежедневно произносят около 16000 слов [5]. Поэтому по теории вероятности красивые слова «Спасибо, пожалуйста, простите, извините» мы можем услышать с вероятностью 1,7 %.

Таблица 4.

Количество произносимых в день матерных слов

Количество раз в день	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	35-39	50-54
Количество женщин	14	4	0	2	2		2	
Количество мужчин	5	4	2	1	2	2	1	9

Матом не ругаются из опрошенных 4 женщины и 2 мужчины. В среднем матерные слова женщины произносят 11 раз в день, мужчины – 37 раз в день. Троем из испытуемых очень трудно было посчитать, сколько матерных слов ими произносится за день.

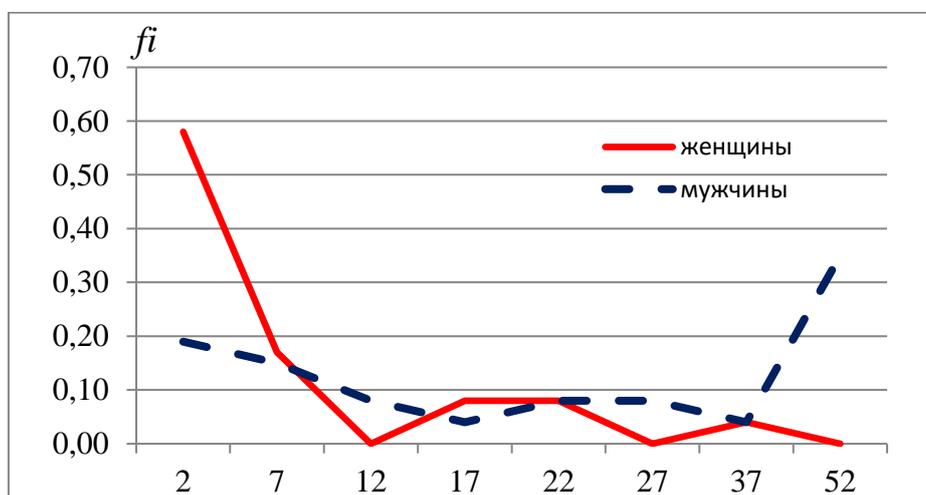


Рисунок 2. Полигон статистического распределения количества произносимых за день матерных слов мужчинами и женщинами

На рисунке представлен полигон относительных частот произношения матерных слов для мужчин и женщин. Сравнивая графики, можем сказать, что женщины в ругательстве матом почти не уступают мужчинам.

В таблицах 5 и 6 представлены статистические распределения количества хороших и плохих дел за день.

Таблица 5.

Количество хороших дел за день

Количество в день	0	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15
Количество женщин	5	11	5	2	1	0
Количество мужчин	6	12	3	1	2	2

Женщины в среднем делают до 3-х добрых дел, а мужчины – до 4-х. И есть те, которые их вообще не умеют делать!

Таблица 6.

Количество плохих дел за день

Количество в день	0	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15
Количество женщин	15	7	1	0	0	1
Количество мужчин	8	14	2	1	0	1

Плохих дел женщин делают гораздо меньше, чем мужчины: в среднем женщины – 1 раз, а мужчины – 3 раза.

Формирование моральных качеств человека складывается в зависимости от того, что он видит, слышит, читает, посещает. По этому поводу нами был проведен социальный опрос среди 150 студентов колледжа в возрасте. Оказалось, самые посещаемые места – это кафе, дискотеки и торговые центры.

По поводу любимой литературы 28% ответили, что вообще не читают; преимуществом пользуются любовные романы и детективы, православную литературу читают только 7%. Телепередачи мы любим в основном развлекательные – 42 %, познавательные – 26%, спортивные – 25%. В музыке мы предпочитаем рэп, клубную музыку – 43%, поп-музыку – 33%.

В настоящее время человек имеет всё и даже больше, много лишнего. У него постоянно есть выбор, только он не знает, что с ним делать. Кто и куда его сегодня позовёт? Двести, сто лет назад центром жизни русского человека был православный храм. Вокруг храмов люди селились. Каждое воскресенье шли туда. Вся жизнь была связана с храмом. Не отсюда ли чистота русского

человека, отличающего его от других народов? А какая же чистота у нас, современных людей? У нас самый лучший в мире мат! Мы круто можем выяснять отношения!

Говоря на языке математики, мы первообразные наших будущих производных. Их будущее – наше настоящее. И нам стоит задуматься кто же я сегодня? Закончить хотелось бы словами профессора Московской Духовной Академии Осипова А.И. [2]: «Человек, ты живёшь один раз, и тебя ожидает вечность. Поэтому избери сейчас, свободно и сознательно, совесть и правду нормой твоей жизни!»

Список литературы:

1. Омельченко В.П. Математика: учеб. пособие / В.П. Омельченко, Э.В. Курбатова. – Ростов н/Д: Феникс, 2009.
2. <http://alexey-osipov.ru/> - официальный сайт профессора Московской Духовной Академии А.И.Осипова.
3. <http://www.aforism.su/avtor/454.html> - сайт мудрых высказываний и цитат.
4. <http://www.fpss.ru/gazeta/around/4762/> - сайт газеты «Помоги себе сам».
5. <http://news.tut.by/kaleidoscope/90806.html> - белорусский портал TUT.BY.
6. <http://shkolazhizni.ru/archive/0/n-33332/> - сайт познавательного журнала Школа Жизни.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ**

*Электронный сборник статей по материалам XXXIV
студенческой международной научно-практической конференции*

№ 11 (34)
Ноябрь 2020 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: mail@nauchforum.ru

16+

