

7universum.com
UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Выпуск: 12(81)

Декабрь 2020

Часть 1

Москва
2020

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

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

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Мерганов Аваз Мирсултанович, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 12(81). Часть 1.
М., Изд. «МЦНО», 2020. – 104 с. – Электрон. версия печ. публ. –
<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/1281>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.81.12-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

Содержание

Безопасность деятельности человека	5
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. ТАШКЕНТЕ Радкевич Мария Викторовна Шипилова Камила Бахтияровна	5
Информатика, вычислительная техника и управление	11
О РАЗВИТИИ НАВЫКОВ ИНТЕРАКТИВНЫХ ОНЛАЙН-КУРСОВ В ДИСТАНЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА (МОДЕЛЬ-ПРОГРАММА ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ) Ахмедов Бекжан Аскарovich	11
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ МАЛЫМИ ПАРТИЯМИ Кабулов Нозимжон Абдукаримovich	15
АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ ВЕДОМСТВЕННОЙ СЕТИ СВЯЗИ Сансевич Валерий Константинович Безручко Валерий Владимирович Морозов Владислав Витальевич Борисюк Артем Николаевич	18
ВАЖНОСТЬ ЦИФРОВОЙ И ГРАФИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ЦИФРОВОГО КОСМИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ Хазратов Фазлиддин Хикматович	22
АВТОМАТИЗАЦИЯ УМНОГО ДОМА НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ДАТЧИКОВ И ARDUINO В КАЧЕСТВЕ ГЛАВНОГО КОНТРОЛЛЕРА Холматов Ойбек Олим угли Дарвишев Азизбек Ботиржон угли	25
ОПТИМИЗАЦИЯ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ УСЕЧЕННЫХ КОНИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК Якубов Сабир Халмуродovich Латипов Зухриддин Ёкуб угли Холиёрова Хилола Комил кизи	29
Машиностроение и машиноведение	35
УЧЁТ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ Ахунбаев Адил Алимovich Туйчиева Шоирахон Шухратбековна Хурсанов Бойкузи Журакузиевич	35
РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО, ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕСУРСА РАБОЧИХ ОРГАНОВ СО СФЕРИЧЕСКИМ ДИСКОМ Ишмурадов Шухрат Улуғбердиевич Худойбердиев Муҳаммад Солиҳ Авлокул ўғли Гафуров Диёр Рустам ўғли	40
ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНОЙ ЗАПЫЛЕННОСТИ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ РЕСУРС ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС Ишмуратов Хикмат Кахарovich Мирхомидов Нодиржон Исроил угли	43
Металлургия и материаловедение	46
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ Сайфуллаева Гулхаё Ихтиёровна Негматов Сайибжан Садыкович Абед Нодира Сайибжановна Негматова Комила Сайибжановна Камалова Дилнавоз Ихтиёровна	46
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ РАДИАЦИОННО – ОБРАБОТАННЫХ НАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ γ - ЛУЧАМИ Тожибоев Бегижон Мамитжонович Икрамов Нурилло Авазбекович	51

ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИИ УЗБЕКИСТАНА В ОЦЕНКЕ ОТВАЛЬНЫХ ХВОСТОВ ФИЛЬТРАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД Хакимов Камол Жураевич Каюмов Ойбек Азамат угли Эшонкулов Учкун Худойназар угли Соатов Бекзод Шокир угли	54
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОЗОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА Холикулов Дониёр Бахтиёрович	60
СОЗДАНИЕ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ РУД Хурсанов Абдулла Халмурадович Негматов Сайибжан Садикович Абед Нодира Сойибжоновна	67
Процессы и машины агроинженерных систем	71
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДРЕНАЖНО-КРОВОТОВОГО ОРУДИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ Ражабов Яраш Жабборович Исаков Зафар Сафаров Шавкат	71
АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ МАСЛА ИЗ КУКОЛОК ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА В ПОЛЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ Хамидов Баходир Таджиддинович	75
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ МАСЛА ИЗ КУКОЛОК ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА Хамидов Баходир Таджиддинович	78
Строительство и архитектура	82
ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЕВЫМ МАТЕРИАЛАМ ГАЗОБЕТОНОВ И ВЫБОР КВАРЦЕВОГО ПЕСКА В УСЛОВИЯХ ХОРЕЗМСКОГО РЕГИОНА Бабаев Забибулла Камилович Ибрагимов Дилшод Уразбоевич	82
ВЫБОР РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ «ПЛОСКАЯ РАМА – РОСТВЕРК-ГРУППА СВАЙ» ПРИ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ Бузруков Закирё Саттиходжаевич	86
АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ВЫПОЛНЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ДЕТАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКЕ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ Казакбаева Мухаббат Турабаевна Каллибеков Айдос Полатович	92
РАСЧЕТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ Маткаримов Шухрат Адхамович Ахмедов Ахаджон Урмонжонович	96

БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. ТАШКЕНТЕ*****Радкевич Мария Викторовна***

*д-р техн. наук, проф. кафедры «Экология и управление водными ресурсами»,
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,
Республика Узбекистан
E-mail: maria7878@mail.ru*

Шипилова Камила Бахтияровна

*базовый докторант,
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,
Республика Узбекистан
E-mail: kamila-shipilova@mail.ru*

ASSESSMENT OF THE ATMOSPHERIC AIR QUALITY IN TASHKENT***Maria Radkevich***

*Doct. of tech. Sci., Professor, Department of Ecology and Water Resources Management,
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,
Uzbekistan*

Shipilova Kamila

*basic doctoral student,
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,
Uzbekistan*

DOI: 10.32743/UniTech.2020.81.12-1.5-10**АННОТАЦИЯ**

В статье рассматриваются проблемы оценки и современное состояние качества воздуха в г. Ташкенте. Сопоставление доступных данных о качестве воздуха, полученных по результатам отечественных и иностранных служб мониторинга, показывает несоответствие оценок качества. Если отечественные данные соответствуют оценке «низкий уровень загрязнения», то иностранные показатели дают воздуху Ташкента оценку «нездоровый». Расхождение показателей объясняется разными системами оценки и недостаточным охватом территории Ташкента постами мониторинга.

ABSTRACT

The article examines the problems of assessment and the current state of air quality in Tashkent. Comparison of the available air quality data obtained from the results of domestic and foreign monitoring services shows a discrepancy between the quality assessments. If domestic data correspond to the assessment of "low level of pollution", then foreign indicators give the air of Tashkent an assessment of "unhealthy". The discrepancy between the indicators is explained by different assessment systems and insufficient coverage of the territory of Tashkent by monitoring posts.

Ключевые слова: качество воздуха, индекс загрязнения, мониторинг, твердые частицы.

Keywords: air quality, pollution index, monitoring, particulate matter.

Неуклонный рост населения Земли и развитие хозяйственной деятельности приводит к росту загрязнения окружающей среды. Из всех видов загрязнения наиболее опасным для человека является загрязнение воздуха, так как невозможно избежать проникновения вредных веществ из воздуха в человеческий организм в процессе дыхания. Особенно

интенсивно загрязняется атмосферный воздух в крупных городах, где источниками загрязнения являются не только предприятия промышленности и коммунально-бытового хозяйства, но и транспорт.

Улучшение состояния воздуха населенных пунктов является одной из задач ЦУР 11 «Устойчивые города и населенные пункты».

Согласно исследованиям [8, 9] загрязнение городской атмосферы в значительной мере зависит от климатических условий и ветрового режима, частично обусловленного планировкой города. В г. Ташкенте природно-климатические условия выражаются частыми инверсиями и застойными явлениями в атмосфере, что способствует накоплению загрязнителей в приземном слое атмосферы. Высокая запыленность воздуха частично объясняется сухим климатом, супесчаными почвами и частыми ветрами.

Наблюдение за загрязнением атмосферного воздуха в г. Ташкенте проводится службами Узгидромет на 13 постах, располагающихся в 8 районах г. Ташкента. Для получения более детальной информации посты наблюдений располагаются в различных функциональных зонах (жилой, промышленной и около автомобильных дорог) [4, 6]. Учитывая, что всего в г. Ташкенте имеется 11 районов, становится ясно, что заметная часть территории города вообще не имеет постов наблюдения.

Для оценки качества воздуха измеряются концентрации пыли, сернистого ангидрида, оксида и

диоксида азота, окиси углерода, фенола, фтористого водорода, аммиака, формальдегида, тяжелых металлов.

Основными загрязнителями считаются пыль, угарный газ, двуокись азота, двуокись серы и аммиак, по этим показателям среднегодовые концентрации могут превышать ПДК в отдельные месяцы.

Для комплексной оценки состояния атмосферного воздуха применяется *Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)*, который рассчитывают по 5 веществам, имеющим наиболее высокие концентрации. На рис. 1 приведены данные о многолетней динамике значений ИЗА для Ташкента за двадцатилетний период [4]. В последнее десятилетие уровень загрязнения атмосферного воздуха в целом по Ташкенту считается пониженным, значения ИЗА ниже 5 баллов, несмотря на то, что в некоторых районах Ташкента регулярно наблюдается превышение ПДК_{мр} по пыли, диоксиду азота, оксиду углерода, фенолу и формальдегиду (в сентябре 2020 года число случаев превышения составило 32 % [1, 4]).

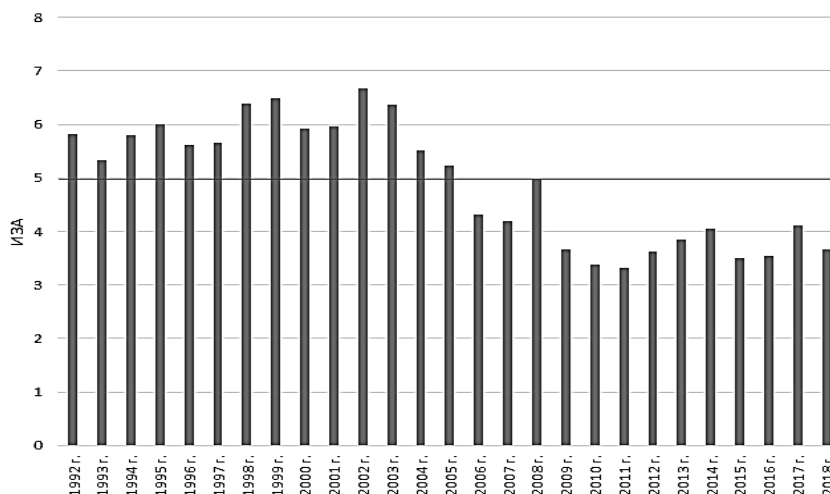


Рисунок 1. Динамика изменения ИЗА для г. Ташкента за 1992 - 2018 гг.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Ташкенте обусловлен выбросами вредных веществ от стационарных и передвижных источников. Основным источником выбросов загрязняющих веществ является городской автотранспорт, влияние которого особенно заметно на крупных перекрестках. Данные о загрязнении атмосферного воздуха в Ташкенте публикуются ежедневно на сайте Узгидромета [6] с указанием выявленных случаев превышения фактической концентрации над ПДК_{мр}. К сожалению, в отличие от международных наблюдательных постов, Узгидромет не публикует данные о загрязнениях в режиме он-лайн.

Если судить по приведенным данным, можно сделать вывод, что состояние атмосферного воздуха в г. Ташкенте можно считать удовлетворительным. Однако зарубежные наблюдатели называют качество воздуха в городе «нездоровым».

Для сравнения рассмотрим данные о загрязнении атмосферы Ташкента, публикуемые международными наблюдателями.

В г. Ташкенте, как и в других городах мира, имеются автоматические посты мониторинга качества атмосферы, установленные иностранными государствами. В частности, такой пост имеется на здании посольства США в г. Ташкенте. С этого поста результаты наблюдений поступают в сеть Интернет в режиме реального времени по шкале AQI. Шкала AQI (Air Quality Index) основана на стандарте US EPA, использующем формулу Instant Cast [7]. Используется в США для оценки загрязнения воздуха в реальном времени. Оценки качества и возможные риски согласно этой шкалы представлены в табл. 1. Индекс качества атмосферного воздуха AQI является комплексным показателем и рассчитывается на основе индексов концентрации 5 загрязняющих веществ: O₃, взвешенные частицы (PM), CO, SO₂, NO₂. В этом заключается отличие от принятого в Узбекистане ИЗА, который рассчитывается по другим веществам.

Таблица 1.

Показатели шкалы AQI

IQA	0-50	50-100	100-150	150-200	200-300	300-500
Оценка	Хорошо	Умеренно	Нездоровый для отдельных групп	Нездоровый	Очень нездоровый	Опасный
Степень риска для здоровья	Нет риска	Умеренный риск для чувствительных к загрязнению людей	Проблемы со здоровьем у чувствительных к загрязнению людей	Негативное воздействие на здоровье всех групп населения	Опасно для здоровья (риск для всех граждан)	Чрезвычайно опасно, возможны серьезные нарушения здоровья

Уровень загрязненности воздуха практически в любой стране мира можно сейчас узнать в ряде открытых интернет-ресурсов. Например, на сайте IQAir [5] представлены данные о загрязненности воздуха по индексу AQI и по уровню PM_{2,5} за 2017-2019 годы в различных городах мира (рис. 2). Судя по приведенным данным, наблюдения за качеством воздуха в г. Ташкенте ведутся международными организациями с 2018 года. По состоянию на 2019 год качество воздуха в столице Узбекистана соответствовало

оценке «Нездоровый – вредно для чувствительных групп», а концентрация взвешенных частиц 41,2 мг/м³. На данный момент г. Ташкент занимает 219-е место среди городов мира по уровню загрязненности воздуха. Первое место в этом рейтинге занимает г. Газиабад (Индия), в котором концентрация уровень загрязнения PM_{2,5} составляет в среднем 110,2, а качество воздуха находится на отметке «Вредно» (а в течение 4 месяцев в году – на отметке «Очень вредно»).

PM2.5 Legend														Unit: µg/m ³
WHO target														
Good														
Moderate														
Unhealthy for sensitive groups														
Unhealthy														
Very unhealthy														
Hazardous														
Rank	City	2019 AVG	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	Ghaziabad, India	110.2	205.7	29.5	89.3	86.9	96.6	62.9	45.3	33	37.7	158.6	235.8	235.9
2	Hotan, China	110.1	60.1	70.1	189.1	151.8	128.6	57.9	119.7	126	87.8	103.9	114.5	106.1
3	Gujranwala, Pakistan	105.3	220.4	127.4	86.4	70.9	65.8	53.3	59.2	48.8	67.4	107.6	144.9	217.3
4	Faisalabad, Pakistan	104.6	223	128.3	82	59.1	56.5	46.3	54.2	58.4	66.5	92	148.5	226.2
5	Delhi, India	98.6	191.7	84.8	75.3	71.4	76.6	56.7	43.2	31.9	37.2	116.7	200.7	194.8
6	Noida, India	97.7	151.8	38.1	78.3	81.8	88.6	65.3	47.4	33.1	36.5	134.3	212.4	222.6
216	Saraphi, Thailand	41.3	45.5	57.4	116.9	84.4	38.1	13	12.5	12.7	20.2	22.7	31.5	44.8
217	Liyang, China	41.2	74.5	68	56.3	37.4	30.8	29	22.8	22.3	24	39.5	41.6	50.3
218	Yingkou, China	41.2	70.6	61.4	57.2	35.3	28.4	29.6	25.4	16.2	31.6	45	37.2	57.6
219	Tashkent, Uzbekistan	41.2	30	34.9	29.9	19.9	-	36	48.7	47.3	44.8	40.7	75.5	39.1
220	Huanggang, China	41	76.2	58.8	40.4	33.9	36.4	26	25.6	25.7	31.7	32.9	45.2	58.8

Рисунок 2. Загрязнение воздуха городов (мировой рейтинг по AQI и PM_{2,5})

На этом же ресурсе есть возможность получить данные о загрязнении воздуха в реальном времени и получить прогноз загрязнения на ближайшие дни. По представленным на сайте данным можно заметить, что показатели загрязнения воздуха резко изменяются по дням недели. На данный момент (1 декабря 2020 г) после осадков оценка качества воздуха в Ташкенте составляет 1 US AQI («хорошо») и основным загрязнителем указан озон при концентрации 2 мкг/м³ [5].

Следует отметить, что данные по г. Ташкенту на различных открытых ресурсах несколько противоречивы.

Еще один ресурс, на котором можно найти некоторые данные о загрязнении воздуха в г. Ташкенте, представлен на сайте nytimes.com. Данный ресурс даёт оценку качества различных городов мира только по показателю загрязнения твердыми частицами. На данном ресурсе указывается худший показатель для г. Ташкента за текущий год. Максимальное загрязнение твердыми частицами составляло 212 мкг/м³, что оценивается как «очень нездоровый» уровень [10].

На сайте проекта Всемирного индекса качества воздуха (WAQI.Info: World Air Quality Index) можно

обнаружить (рис. 3), что уровень загрязнения воздуха находится на «красном» уровне опасности, а концентрация PM_{2.5} составляет 155 мкг/м³ (для сравнения – в начале ноября этот показатель 176 мкг/м³). Эти показатели значительно превышают данные за тот же день (1.12.2020 г.) с ранее рассмотренного сайта [3]. Для каждого города, в котором имеется пункт мониторинга (в Ташкенте это – здание посольства США), можно получить развернутую информацию об изменении качества воздуха за прошедшие 12 месяцев (рис. 4). Можно заметить, что наибольшее число дней с повышенным (красным) уровнем загрязнения приходится на октябрь – март.

Попробуем предположить причины этого явления. Концентрация загрязнений в городском воздухе в первую очередь зависит от интенсивности движения транспорта и погодных условий [8, 9]. Следует отметить, что в апреле – августе 2020 года интенсивность движения транспортных средств была ниже обычного уровня в связи с карантинными ограничениями COVID-19. Например, в июле 2019 года, концентрация загрязнения была в 1,5 раза выше.



Рисунок 3. Данные на 1.12.20 (с сайта <https://waqi.info/ru/#/c/42.09/72.46/7.1z>)

7. Comparison of EU Air Quality Pollution Policies and Legislation with Other Countries. Study 1. Review of the Implications for the Competitiveness of European Industry. January 2004. AEA Technology Environment and Metroeconomica for the European Commission
8. Mayer H. Air pollution in cities / Atmospheric Environment. 33 (1999) 4029-4037
9. Munir S. at al. Analysis of Air Pollution in Urban Areas with Airviro Dispersion Model—A Case Study in the City of Sheffield, United Kingdom. Atmosphere 2020, 11(3), 285; <https://doi.org/10.3390/atmos11030285>
10. Climate. The New York Times Company [Internet]. Available at: <https://www.nytimes.com/interactive/2019/12/02/climate/air-pollution-compare-ar-ul.html>. 8.11.20

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**О РАЗВИТИИ НАВЫКОВ ИНТЕРАКТИВНЫХ ОНЛАЙН-КУРСОВ
В ДИСТАНЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА
(МОДЕЛЬ-ПРОГРАММА ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ)***Ахмедов Бекжан Аскарлович**ст. преподаватель,
Чирчикский государственный педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Чирчик
E-mail: axmedov@cspi.uz***RESEARCH ON DEVELOPING SKILLS OF INTERACTIVE
ONLINE COURSES IN THE REMOTE CONDITIONS OF MODERN SOCIETY
(MODEL-PROGRAM FOR TEACHERS OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS)***Bekjan Akhmedov**Senior Teacher of the Department of "Informatics"
Chirchik State Pedagogical Institute
Uzbekistan, Chirchik***АННОТАЦИЯ**

В этой статье отмечается, что традиционные курсы квалификации не полностью оправдывают себя в системе образования и переподготовки современных государственных педагогов. В системе общественного образования Узбекистана необходимо постоянно совершенствовать навыки учителей через онлайн-платформы. В настоящее время, школьные учителя в Узбекистане проходят курсы повышения квалификации раз в пять лет, что является старой системой, преподаватели должны на постоянной основе совершенствовать свои знания более современными и интерактивными методами. Предлагаю несколько моделей интерактивных онлайн-курсов обучения в стране через определенные интерактивные интернет платформы.

ABSTRACT

This article notes that traditional qualification courses do not fully justify themselves in the education and retraining system of modern state teachers. In the public education system of Uzbekistan, it is necessary to constantly improve the skills of teachers through online platforms. Currently, school teachers in Uzbekistan are trained every five years, which is the old system, school teachers must constantly improve their knowledge. We offer several models of interactive online training courses in the country through certain interactive internet platforms.

Ключевые слова: Интернет, компьютерные сети, онлайн-образование, вебинары, форумы, дистанционное обучение, образовательный кластер, онлайн обучение, квалификация, переподготовка кадров.

Keywords: Internet, computer networks, online education, webinars, forums, distance learning, educational cluster, online training, qualifications, retraining.

ВВЕДЕНИЕ

Похоже, пришло время конца областным центрам переподготовки и повышения квалификации населения, педагогам целесообразно использовать онлайн-курсы для повышения квалификации учителей общеобразовательных учреждений. Так как разработка новой системы курсов повышения квалификации и ее внедрение является требованием времени. Целесообразно еще больше повысить роль онлайн-курсов в системе образования страны. В этой статье я предлагаю несколько моделей онлайн-курсов: в сфере народного образования. Реализовать систему

онлайн-курсов обучения в стране областными центрами повышения квалификации обучения через определенные интерактивные платформы. В статье обобщены результаты теоретического анализа проблемы распространения онлайн моделей обучения. Мы рассматриваем онлайн-обучение как самостоятельную систему, как одну из системных форм обучения. Поэтому, прежде всего, необходимо сослаться на возможные варианты организации онлайн-обучения, их особенности, чтобы определить для каких целей и при каких условиях может быть наиболее подходящим тот или иной вариант, а во-вторых, определить

специфику компонентов каждого из возможных вариантов логически сконструировав их правильно [5].

Существующая сегодня в мировой практике сеть открытого и онлайн-образования базируется на некоторых моделях. Которые используют различные традиционные средства массовой информатизации: телевидение, видеозаписи, печатные издания, компьютер телекоммуникации и многое другое.

Мы, в свою очередь, предлагаем некоторые иные модели организации учебного процесса. Это позволит нам реализовать весь потенциал - интернет-технологий:

Когда мы анализируем литературу по проблемам онлайн-обучения, мы можем сделать вывод, что когда дело доходит до модели онлайн-обучения, авторы выбирают разные основы для их классификации. Есть несколько разных подходов к определению моделей онлайн-обучения. В основном авторы предлагают протестировать онлайн-обучение. Модели, основанные на практике, а не на теоретическом анализе.

1) традиционный (внешний): подразумевает наличие взаимодействия между учителем и слушателем, ориентированы только на самостоятельную работу, а затем на продолжение самостоятельной работы в данной методической комплектации;

2) использование информационных и коммуникационных технологий. При этом слушатель работает самостоятельно с комплектом учебных пособий, которые предоставляются частично в электронном виде. Взаимодействие между учителем и учащимся осуществляется с помощью разных типов общения. Модели онлайн-обучения предложенные выше почти неотличимы от онлайн-обучения;

3) получать учебно-методическую помощь через мессенджер электронно-социальной сети телеграмм и учить уроки самостоятельно. Эта модель - уникальная особенность онлайн-обучения, которая предполагает реализацию систематической обратной связи между учеником и учителем через специально созданный телеграмм канал или группу;

4) комбинированный. Все четыре модели онлайн-обучения в основном нацелены на обучаемых, которые совершенствуются. Определение типа (модели) дистанционного онлайн-обучения относится к взаимодействиям между учащимися и учителями, учебные материалы и веб-материалами. Каждый последующий тип онлайн-обучения отличается от предыдущего в том, что он смещает акцент учебного процесса на его онлайн-компонент. Следующие ниже типы онлайн-обучения не исключают других возможных комбинаций и могут отражать как отдельные области обучения, так и быстро развивающийся набор очного и дистанционного обучения процесса.

Модель 1. Учебное заведение - Интернет. В рамках данной модели онлайн-образования процесс базового обучения проходит в очной смене. Доступ в интернет используется как дополнительный источник информации. Слушатели вместе с преподавателем, взаимодействуют с информацией, которая им непонятна и используют разные предметы технологии обучения. В этом случае онлайн-обучение становится дополнительным инструментом в решении

традиционных общеобразовательных проблем. Сеть расширяет доступ к информационно-ресурсным массивам, а использование обратной связи онлайн-обучения увеличивает качество. Критерии оценки результатов данного вида онлайн-обучения остаются такими же, как при очной форме обучения.

Модель 2. Учебное заведение - Интернет - Учебное заведение. Охватывает студентов и учителей, которые участвуют в общих онлайн образовательных проектах двух или более учебных заведениях дневного вида обучения. Этот вид обучения является дополнением к основному, но иногда модель позволяет изучать определенные темы или разделы, но это исключительные ситуации. Связь с удаленными слушателями устанавливается, но не регулярно.

3-модель. Слушатель - интернет - учитель. Онлайн-обучение частично заменяет очное обучение. А учитель, который находится вдали от него, будет работать с онлайн-учеником на регулярной или периодической основе. В учебном процессе используются разные формы занятий - онлайн-курсы, семинары, консультации. Число сеансов взаимодействия между слушателем и онлайн-преподавателем увеличится, а затем увеличится качество онлайн-исполнения. Группа в основном состоит из студентов дневной и онлайн-формы обучения. Уроки проводятся онлайн, как правило, в режиме дополнительного образования и включают углубленное изучение темы или предмета, подготовки к поступлению в ВУЗ и так далее. В редких случаях (например, когда в дневной форме обучения нет необходимого учителя), онлайн-учитель научит студентов теме, включенной в основной компонент. Это вариант онлайн-обучения: когда учитель проводит занятия с учениками из своей школы, а также со студентами из других школ и далеких городов. Результаты онлайн-обучения определяются в зависимости от конкретных задач для каждого урока, с незначительным пересечением с очными общими результатами обучения, которые в основном дополняют их.

4-модель. Студент - интернет - центр. Онлайн-обучение сравнивается с очным обучением и средства индивидуализации обучения. Слушатели обучаются в онлайн-центре с дополнительными возможностями, и могут раскрыть свой творческий потенциал. В виртуальных классах работа студентов проводится когда почти все предметы не связаны между собой. Онлайн-обучение здесь работает как отдельный вид обучения - сопоставимый на базовое или хотя бы дневное образование. Роль и место основных компонентов традиционного образования меняются: цели, содержание, формы, критерии оценки образования.

5-модель. Слушатель - Интернет - ... Онлайн-обучение выполняет функцию гибко - распределенного обучения. Слушатель посещает несколько школ одновременно, а не дневную или онлайн-школу. Обширная учебная программа слушателя построена таким образом, что разные предметы изучаются в разных учреждениях и от разных учителей. Координирующую роль играет дневное или удаленное

учреждение или родитель. Учебное заведение превращается в центр личного обучения. Эта модель онлайн-обучения позволяет гибко учитывать личность и цели слушателя, создавать свою индивидуальную траекторию обучения. Однако для реализации этих возможностей необходимы координация высококвалифицированного обучения наставником или другим преподавателем-тренером, работающим в уникальной и хорошо функционирующей педагогической системе. Система диагностики и оценки результатов по типам, целям, содержанию, будет создана организационная структура, формы и методы онлайн-обучения, т.е. дидактическая система создается. Кроме того, в обоих случаях в школе действует онлайн-система. Выбранный тип онлайн-обучения позволяет организаторам учебного процесса планировать отношения между очными и онлайн-обучающимися, которое автор называет уровнем онлайн-обучения в динамике развития. Однако обратите внимание, что модели, описанные выше, не определяют особенности онлайн-обучения, такие как тип общения, синхронизация и частота взаимодействий, возможности интерактивной информационно-обучающей среды и так далее. Не подчеркивая эти условия, это неуместно говорить только о возможности создания дидактической, а тем более методической системы, в соответствии с вышеупомянутыми моделями.

Некоторые учёные рассматривают модели онлайн-обучения, основанные на использовании интернета, не только как средство коммуникации, но и как средство учебной среды.

Новой идеей, основанной на этой модели, является идея расширения аудитории сферы онлайн-образования посредством технических средств связи (телевидение, радио, интернет). Эта модель широко используется в Корее, Китае, Японии и др.

Учитывая эти модели онлайн-обучения, можно рассматривать модели для организации деятельности учебного заведения (или сети учебных заведений), как более классифицированным и фактически осуществлять процесс непрерывного качественного онлайн-обучения

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Кроме того, некоторые авторы по разному различают модели онлайн-обучения.

Модель 1. Полное онлайн-обучение. В этой модели работают учителя, которые преподают онлайн. Ученики выполняют в определенной последовательности следующие действия: получают учебный материал – изучают задачи - решают - присылают результаты – проверяются и оцениваются. Отношения между учителем и слушателем, слушателем и другим слушателем, преподавательский и учебный контент, слушатель и контент, по мнению автора, сведены к минимуму и неудобны.

Модель 2. Частично онлайн-обучение сочетается с традиционными формами обучения. Эта модель предусматривает различные варианты использования элементов онлайн-обучения в процессе обучения.

В первом случае - использует содержание онлайн-курсов для прямого обучения в обычном классе

(Учитель и интернет-учащийся). Во-вторых, научить слушателей обучаться онлайн (учитель - интернет и учащийся) Кроме того, выделяются пять типов организации процесса онлайн-обучения на основе анализа литературы и обобщения практики. Основные средства доступности учебных материалов считается важным критерием, на основе которого различают эти модели.

В рамках проекта ISO «Специализированное обучение использованию интернета» было предложено шесть моделей обучения через интернет в контекст онлайн-обучения.

- 1) классическая модель обучения;
- 2) проектная модель обучения;
- 3) модель дифференцированного обучения;
- 4) модель обучения в режиме «лекция-семинар»;
- 5) внешнее исследование;
- 6) гибридная модель обучения.

Все шесть моделей основаны на работе с интернет-комплексом слушателей. В общем, интернет-комплекс состоит из описаний, содержания, задач, средств обучения и контроля, а также рекомендаций для учителей-кураторов. Интернет-комплекс может иметь любую форму, удобную для сетевого учителя. Главное требование к форме организации интернет-комплекса состоит в том, чтобы его можно было отправить с помощью Интернет-сервисов.

В рамках классической модели онлайн-обучения, работа учащихся с одним набором интернета осуществляется за одно занятие. Оптимальным, по мнению разработчиков, является обучающий режим для изучения информационного материала и выполнения заданий, предусмотренных в комплекте для чтения и выполнения при наблюдении учителя-куратора. Остальная работа по изучению содержательного материала а выполнение заданий должно выполняться самостоятельно. Рекомендуемое количество занятий в неделю не должно превышать четырёх. По результатам промежуточного экзамена содержание и методы обучения может быть изменено учителем-организатором.

В модели обучения, основанной на проектах, учащиеся выполняют один или несколько проектов. Онлайн-кураторы предоставляют консультационную помощь. Распределение учебного времени в рамках проекта не регламентируется. Основное требование к форме представления результатов проекта - возможность отправки через интернет-сервисы.

В модели дифференцированного обучения учитель-организатор работает индивидуально с аудиторией онлайн, с использованием разных методов для каждого и разных учебных материалов для каждого, в зависимости от процесса и результатов задач учащегося и результаты личного взаимодействия через интернет. Отдельным слушателям разрешается выбирать своё направление и методы обучения, отправляя различные онлайн-материалы.

Модель обучения лекция-семинар организована сетевым преподавателем в рамках онлайн-обучения. Обучение и все преподаваемые уроки разделены на лекции и семинары. Кроме того, учащимся требуется

самостоятельное выполнение домашних заданий. Лекции будет читать преподаватель в ученика в аудитории или в сети с использованием интернет-технологий. Семинары проходят в группах под руководством преподавателя-куратора. Темы и методы проведения семинаров устанавливает преподаватель. Семинары для школьников проводятся в течение урока по 40-45 минут под руководством учителя-наставника.

Остальную работу по изучению материала и выполнению заданий следует выполнять непосредственно. Количество семинаров в неделю не должно превышать трех.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из всех рассмотренных моделей можно сделать вывод, что учащиеся смогут работать независимо друг от друга, с учителем и учителем-куратором, индивидуально или реализовать коллективное интерактивное обучение.

Мессенджеры Telegram, WhatsApp, мобильные приложения “Mobile Cluster” [3], телеконференции, чат или форум можно использовать в моделях, которые предполагают наличие этих взаимодействий для организации взаимодействия субъектов учебного процесса - слушателей, учителя, учителя-куратора. При реализации модели гибридного образования используются подходы и принципы характерные только для некоторых систем обучения и применяются одновременно вышеупомянутые описываемые модели.

С точки зрения нашего исследования, мы должны сначала вывести государственное образование на новый уровень профессионального развития.

Модели онлайн-обучения можно дополнительно отличить от моделей, предлагаемых в рамках онлайн-обучения, на основе, описанной выше. Различные модели онлайн-обучения и методологическая система может быть разработана для каждой выбранной модели или группы моделей. Это в первую очередь связано с различиями в характеристиках среды информационных технологий. Это, в свою очередь, приводит к отличию целей, которые могут быть достигнуты в процессе реализации данного онлайн обучения.

Таким образом, онлайн-обучение — это инновационный метод доставки образования пользователям, который содействует развитию новой культуры обучения, коммуникации, сотрудничества, получению знаний через Интернет, созданию академических сообществ. Появление массовых открытых дистанционных курсов базируется на реализации современных образовательных принципов открытости обучения, равенства участников учебного процесса, интернационализации образовательных систем и глобализации образовательного пространства. Стремительное развитие таких курсов количественно уменьшает роль традиционной системы образования, однако, не принижает ее фундаментально-академического значения. Несмотря на радикальную трансформацию процесса обучения в условиях массовой информатизации общества, качественное непрерывное образование невозможно без базиса теоретических знаний, полученных с участием педагогов, экспертов, профессионалов той или иной отрасли наук [4].

Список литературы:

1. Ахмедов Б.А., Математические модели оценки характеристик качества и надежности программного обеспечения. // Eurasian Education Science and Innovation Journal, // Ref. Libr.- 2020. Vol 3(10), P. 97-100.
2. Гулбоев Н.А., Дуйсенов, Н. Э., Ахмедов, Б. А., & Рахманова, Г. С. // Модели систем управления электрическими сетями. // Молодой ученый, 2020. Т. 22(312), С.105-107. URL: <https://moluch.ru/archive/312/pdf/1568/>
3. Мухамедов Ф.И., & Ахмедов Б.А. // Инновацион “Klaster mobile” иловаси. // Academic Research in Educational Sciences, // Ref. Libr.- 2020. Vol 1 № 3. P. 140-145. URL: http://ares.uz/storage/app/media/2020yil/Vol_1_Issue_3/140-145.pdf
4. Романова Н.Л. Онлайн-курсы как инновационная форма дистанционного обучения / Н.Л. Романова. — Текст : непосредственный // Педагогика высшей школы. — 2018. — № 2 (12). — С. 5-8. — URL: <https://moluch.ru/th/3/archive/86/3178/> (дата обращения: 23.11.2020).
5. Akhmedov B.A., & Khasanova S.K. Public education system methods of distance in education in development of employees. // Journal of Innovations in Engineering Research and Technology// Vol. 3. № 65 P. 252-256.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ МАЛЫМИ ПАРТИЯМИ

Кабулов Нозимжон Абдукаримович

*доцент, Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: kabulov69@mail.ru*

CONTROL SYSTEMS FOR TECHNOLOGICAL COMPLEXES FOR PROCESSING OILSEEDS IN SMALL BATCHES

Nozimjon Kabulov

*Associate Professor, Andijan Machine-Building Institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В статье предлагается алгоритм оперативного управления переработкой партий сырья на маслоэкстракционном заводе. Полученные упрощенные алгоритмы субоптимального управления для технологического комплекса позволили реализовать их на базе сложных технических средств, что особенно важно в условиях пищевой промышленности.

ABSTRACT

The article proposes an algorithm for operational management of processing batches of raw materials at an oil extraction plant. The obtained simplified algorithms for suboptimal control for the technological complex allowed them to be implemented on the basis of complex technical means, which is especially important in the food industry.

Ключевые слова: алгоритм, переработка, сырье, функция, оптимизация, процесс, моделирование, коэффициент, критерий, субоптимальный.

Keywords: algorithm, processing, raw materials, function, optimization, process, modeling, coefficient, criteria, suboptimal.

В практике функционирования технологических комплексов при переработке скоропортящегося масличного сырья возникают такие ситуации, когда сырье поступает отдельными, сравнительно небольшими партиями и без продолжительного хранения направляется в промышленную переработку [2].

В таких случаях целесообразно принять следующее выражение:

$$Q = F_1(c) - F_2(c) - F_3(c) - F_4(c). \quad (1)$$

Здесь $F_1 = \sum_i^n \sum_l^i U_{г.пр.il} M_{г.пр.il} X_{г.пр.il}$ – функция стоимости готового продукта i -го вида, полученного из сырья l -го сорта без потерь;

$F_2 = \sum_l^i U_{cl} M_{il} X_{cl}$ – функция затрат на сырье l -го сорта;

$F_3 = \sum_i^n \sum_l^i U_{г.пр.il} \Pi_{il}$ – функция стоимости потерь при производстве продукта i -го вида из l -го сорта, оцененная по стоимости готового продукта;

$F_4 = \sum_l^k U_{zl} Z_{zl}$ – функция всех видов затрат на производство продукции;

Π_{il} – суммарное значение потерь сырья и ценного компонента в нем при хранении и переработке;
 l, j – вид сырья, готового продукта, затрат [1].

Как следует из последнего выражения, отличие предлагаемого критерия от известных заключается в том, что функция потерь выделена как самостоятельная составляющая, а функция стоимости готового продукта определяется как гипотетическая величина, определяющая его выход из сырья без потерь.

Очевидно, что величина Q не соответствует смыслу дохода как экономической категории в связи с тем, что здесь не учитывается реализация отходов производства, что несколько изменяет абсолютные значения оценочных критериев.

Таким образом, оптимизацию технологического комплекса по переработке скоропортящегося масличного сырья можно осуществлять на базе критерия [2].

С учетом того, что рассматриваемый технологический процесс организован по схеме одного продуктового потока, в качестве критерия оптимизации можно использовать аддитивную функцию:

$$G_{min} \leq G \leq G_{max}, \quad (2)$$

где G_{min}, G_{max} – ограничения по производительности перерабатывающего аппарата.

Каждая очередная партия сырья M_c состоит из отдельных малых однородных партий m_{ci} :

$$M_c = \sum_{i=1}^n m_{ci}, \quad (3)$$

где n – количество малых однородных партий.

В связи с этим общая задача оптимизации переработки партии сырья M_c складывается из частных задач оптимизации переработки каждой партии m_{ci} :

$$q = \sum_j q_i, \quad (4)$$

где $q_i = \Pi^{(x)}(t) + \Pi^{(n)}(t)$.

Решение оптимальной задачи вида (4), как и в предыдущем случае, сводится к поиску такого расхода G_F , которой обеспечит минимум величины q :

$$\Pi^{(x)}(t) = a_0 + a_1 t, \quad (5)$$

а в качестве модели перерабатывающего аппарата – экспоненциальное уравнение:

$$\Pi^{(n)}(t) = b_0 e^{-b_1 G_F}, \quad (6)$$

при этом рассматривался детерминированный вариант модели технологического процесса.

В результате статистического моделирования с помощью описанных ранее алгоритмов получены области изменения возможных значений G_F .

В то же время с учетом того, что в условиях производства реализовать предлагаемые алгоритмы затруднительно, нами рассмотрены варианты упрощения процедур поиска близких к оптимальным значений G_F .

Для рассматриваемого случая величина критерия q является функцией переменных как процесса хранения, так и переработки:

$$q = f[G_F, X_F, V, G_N]. \quad (7)$$

Если предположить, что состав малой партии однороден $X_F(m_i) = \text{const}$, то квазистатистические режимы функционирования технологического комплекса будут обусловлены сменой перерабатываемой партии, что и определяет дискретность в решении оптимизационной задачи. В отличие от предыдущих задач, здесь необходимость в определении очередности переработки малых партий сырья отпадает, а поиск можно свести к определению

$$G_{F_{\text{опт}}}(m_i) = f[X_F, r], \quad (8)$$

где r – коэффициент запаса сырья $r = M_c / m_c$, который может быть выражен в количестве абсолютного масла.

При этом принимается $V = V_{\text{max}}$, $G_N = G_{N_{\text{опт}}}$ из условия максимальной загрузки сырья. Исследования полной модели технологического комплекса зависимости (8) позволили дать количественную оценку диапазонам изменения X_F , r и соответственно G_F (рис. 1, 2).

Упрощенный алгоритм управления рассматриваемым аппаратом сводится к зависимости:

$$G_F = d_0 + d_1 X_F + d_2 r + d_3 r^{\frac{1}{2}}, \quad (9)$$

где $d_0 - d_3$ – постоянные коэффициенты, численно определяемые при моделировании.

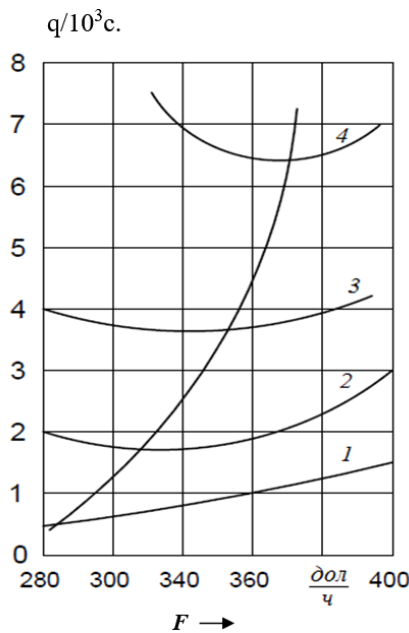


Рисунок 1. Зависимости критерия оптимальности

Зависимости критерия оптимальности от расхода F ($X_F = 0,06$ об. доли, $V = 680$ кг/г и $V_g = 0,8$ об. доли) при значениях коэффициента запаса сырья r : кривая 1 – 1; 2 – 4; 3 – 8; 4 – 16.

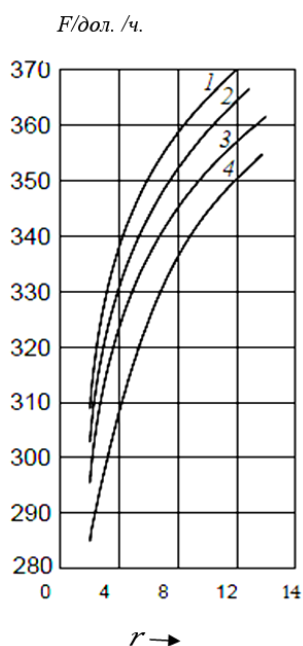


Рисунок 2. Зависимость оптимальных значений

Зависимость оптимальных значений расхода F_{opt} от r при X_F об. доли: кривая 1 – 0,02; 2 – 0,04; 3 – 0,06; 4 – 0,08.

Анализ полученных характеристик показывает: все экстремальные значения q находятся в области рабочих режимов G_F , что указывает на целесообразность их практической реализации. Область изменения G_F колеблется в пределах от 5 до 15 %, причем чувствительность $G_{F_{opt}}$ как по X_F , так и по r примерно одинакова.

С увеличением запаса сырья оптимальные значения расхода $G_{F_{opt}}$ возрастают, а с увеличением объемной доли масла в сырье уменьшаются. Увеличение запаса сырья r стимулирует повышение расхода сырья, что приводит к уменьшению величины естественных потерь масла при хранении, а увеличение доли масла в сырье X_F , наоборот, требует снижения расхода сырья с целью уменьшения величины потерь масла при переработке.

Таким образом, полученные упрощенные алгоритмы субоптимального управления для технологического комплекса позволяют реализовать их на базе сложных технических средств, что особенно важно в условиях пищевой промышленности.

Список литературы:

1. Kabulov N.A. Construction of intellectual industrial storages of perishable vegetable raw materials // International scientific and technical journal «Chemical Technology. Control and Management». – Tashkent, 2019. – № 3. – P. 30–37.
2. Simulation of Chemical-Technological Complexes / N.R. Yusupbekov, Sh.M. Gulyamov, A.N. Yusupbekov, N.A. Kabulov // Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer Nature. – Prague, Czech, 2019. – Vol. 1095. – P. 588–595.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ ВЕДОМСТВЕННОЙ СЕТИ СВЯЗИ**Сансевич Валерий Константинович**

канд. техн. наук, доцент, сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл,
E-mail: sans115@mail.ru

Безручко Валерий Владимирович

канд. техн. наук, доцент, сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл,
E-mail: vlvd@mail.ru

Морозов Владислав Витальевич

сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл

Борисюк Артем Николаевич

сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл

**ALGORITHM FOR EVALUATING THE QUALITY OF OBJECTS
DEPARTMENTAL COMMUNICATION NETWORK****Valery Sansevich**

Candidate of Technical Sciences, assistant professor,
Employee, FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Valery Bezruchko

Candidate of Technical Sciences, assistant professor,
Employee, FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Vladislav Morozov

Employee, FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Artem Borisyuk

Employee, FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы параметрического описания объектов ведомственной сети связи с целью формализации проявляемых ею свойств и использование для информационно-аналитической поддержки принятия решений должностными лицами системы управления.

ABSTRACT

The article deals with the parametric description of objects of the departmental communication network in order to formalize its properties and use it for information and analytical support of decision-making by officials of the management system.

Ключевые слова: сеть связи, объект связи, качество связи, свойство связи.

Keywords: communication network, communication object, communication quality, communication property.

Количественно качество какого-либо из объектов ведомственной сети связи (ВСС) может быть определено через совокупность величин показателей потребительских свойств этого объекта, определяющих его приспособленность к использованию по назначению. Однако анализ качества построения и применения объектов ведомственной системы связи затруднен наличием неопределенностей в сведениях об изменениях в параметрах этих объектов, а также ограниченными возможностями должностных лиц по переработке таких сведений в масштабе реального времени. Неопределенности ведут к искажению представлений как о самих объектах, так и о реальных условиях их функционирования, а ограничения вынуждают прибегать к поиску методов, обеспечивающих приемлемую точность проведения оценки для принятия правильных решений в минимальные сроки. Указанные недостатки могут быть устранены путем выработки и рационализации решений на основе применения показателей качества всех составляющих ВСС. При этом поскольку объектом могут обслуживаться одновременно линии связи нескольких направлений, то синтез качеств размещаемых на нем и используемых на этих линиях

средств в качестве объекта должен производиться с учетом их использования как в его составе, так и в составе ВСС.

Пусть в ВСС развернуты S пунктов управления, обслуживаемые Z объектами (узлами, станциями связи), и функционируют I_s сетей связи пунктов управления. В i -ой сети связи ($i = \overline{1, I_s}$) организуется J_i направлений связи, а в j -ом направлении связи ($j = \overline{1, J_i}$) применяется K_j линий связи. Для работы k -ой линии связи ($k = \overline{1, K_j}$) используется H_k средств объекта, W_h из которых – резервные.

Требуется оценить объекты ВСС по показателям качества, т.е.

$$K_z^{nom} \geq K_z^{mp}, \quad z = \overline{1, Z}, \quad (1)$$

где $K_z^{nom(mp)}$ – потенциальный (требуемый) показатель качества z -го объекта ВСС.

Порядок оценки объектов ВСС представлен на рисунке 1.

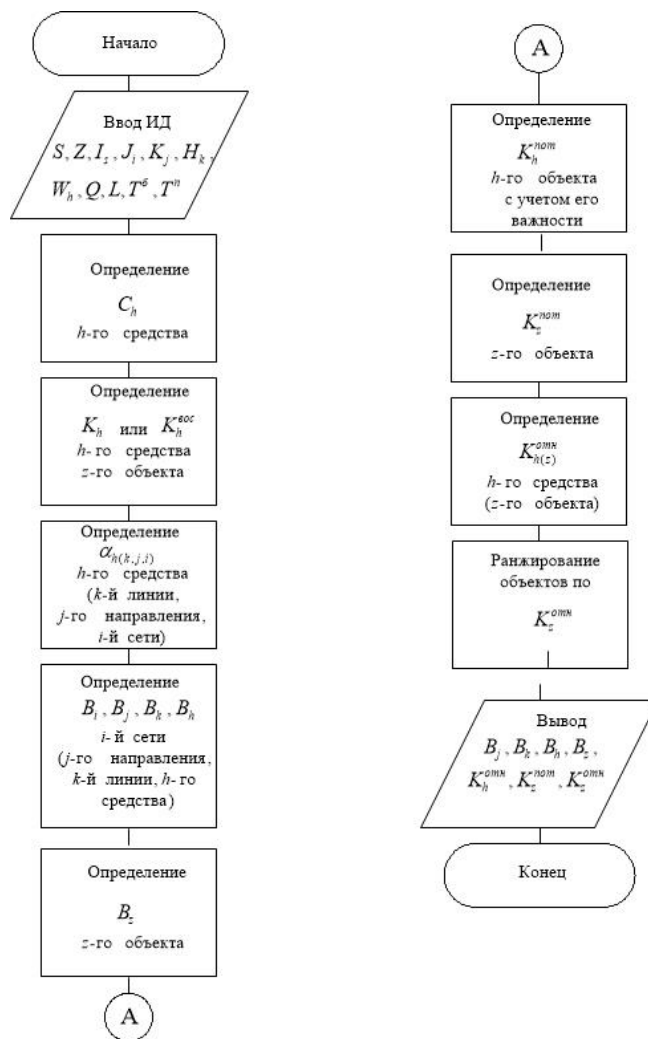


Рисунок 1. Алгоритм оценки объектов ведомственной сети связи по показателю качества

При определении величин свойств, проявляемых средствами объектов связи, необходимо принимать во внимание отсутствие полной информации о состоянии этих средств в данный момент времени и происходящих на объектах изменениях. Поэтому, с достаточной для практики принятия решений точностью, множество этих величин может быть ограничено нормальным случаем, позволяющим сводить их к нулю или единице [1, 2], т.е.

$$C_h = \begin{cases} 1, & \text{если } C_{h_{1,4}}^{mp} \leq C_{h_{1,4}}^{doc}, \\ 0, & \text{если } C_{h_{1,4}}^{mp} > C_{h_{1,4}}^{doc}, \end{cases} \quad (2)$$

где $C_{h_{1,4}}^{mp(doc)}$ – требуемые (достигаемые) величины структурных свойств средства по показателям канальной емкости, дальности действия, времени безотказной работы (времени перехода с основного средства на резервное).

Определение показателя качества h -го средства z -го объекта

При свертке структурных свойств средства объекта возможно использование правил математической логики [1, 2], т.е.

$$K_h = \wedge C_{h_{1,4}}^{mp}, \quad (3)$$

а при наличии резерва

$$K_h^{doc} = K_h \vee K_w, \quad w = \overline{1, W_h}, \quad (4)$$

где K_h^{doc} – восполняемый показатель качества h -го средства;

K_w – показатель качества W_h резервных средств h -го средства;

\wedge – знак логического умножения;

\vee – знак логического сложения.

Определение весовых коэффициентов h -го средства (k -й линии связи, j -го направления связи, i -й сети связи)

Согласно [3] соответствующие весовые коэффициенты могут быть рассчитаны по формуле

$$\alpha_{h(k,j,i)} = 2^{\overline{R_{h(k,j,i)}} - r} / (2^{\overline{R_{h(k,j,i)}}} - 1), \quad r = \overline{1, R_{h(k,j,i)}}, \quad (5)$$

где $R_{h(k,j,i)}$ – количество используемых приоритетов в каждой группе составляющих ВСС.

Полученные весовые коэффициенты используются для определения величин показателей оперативно-тактической важности каждой из сетей, направлений, линий и средств связи в составе ВСС.

Определение оперативно-тактической важности i -й сети связи (j -го направления связи, k -й линии связи, h -го средства)

Величины показателей важности пропорциональны обслуживаемым ими потенциальным потокам

сообщений в выполняемой ВСС задаче по предоставлению телекоммуникационных услуг соответствующим потребителям (органам государственной власти), а их использование обеспечивает возможность перехода от рассмотрения качества структуры системы к рассмотрению качества ее функций, т.е.

$$B_i = \alpha_i / \sum_{i=1}^{I_i} \alpha_i \quad \text{при } \sum_{i=1}^{I_i} B_i = 1; \quad (6)$$

$$B_j = B_i \alpha_j / \sum_{j=1}^{J_i} \alpha_j \quad \text{при } \sum_{j=1}^{J_i} B_j = B_i; \quad (7)$$

$$B_k = B_j \alpha_k / \sum_{k=1}^{K_j} \alpha_k \quad \text{при } \sum_{k=1}^{K_j} B_k = B_j; \quad (8)$$

$$B_h = B_k \alpha_h / \sum_{h=1}^{H_k} \alpha_h \quad \text{при } \sum_{h=1}^{H_k} B_h = B_k. \quad (9)$$

Тогда из выражений (6) – (9) следует, что

$$\sum_{i=1}^{I_i} \sum_{j=1}^{J_i} \sum_{k=1}^{K_j} \sum_{h=1}^{H_k} B_{hkji} = 1, \quad (10)$$

где B_{hkji} – оперативно-тактическая важность h -го средства k -й линии связи j -го направления связи i -й сети связи.

Определение показателя важности z -го объекта ВСС

Важность z -го объекта связи будет зависеть от важности сетей, направлений, линий и средств связи, входящих в его состав, т.е.

$$B_z = \sum_{i=1}^{I_z} \sum_{j=1}^{J_z} \sum_{k=1}^{K_z} \sum_{h=1}^{H_z} B_{hkji}, \quad (11)$$

где I_z, J_z, K_z, H_z – количество сетей, направлений, линий и средств связи, функционирующих в составе z -го объекта ВСС.

Определение показателя качества h -го средства с учетом его важности

Потенциальное количество качества, вносимого h -м средством в выполнение стоящей перед ВСС задачи, определяется как

$$K_h^{nom} = K_h B_h, \quad (12)$$

а при наличии резерва

$$K_h^{nom} = K_h^{doc} B_h. \quad (13)$$

Определение показателя качества z-го объекта ВСС

Величина потенциального количества качества z-го объекта связи, участвующего в выполнении стоящей перед ВСС задачи, определяется как

$$K_z^{nom} = \sum_{i=1}^{I_z} \sum_{j=1}^{J_z} \sum_{k=1}^{K_z} \sum_{h=1}^{H_z} K_{hkji}^{nom}, \quad (14)$$

где K_{hkji}^{nom} – потенциальное количество качества h-го средства k-й линии связи j-го направления связи i-й сети связи.

Данное выражение позволяет рассматривать все средства, входящие в объект связи. При этом структура объекта адекватно преобразуется в возлагаемые на него функции, что дает возможность оценивать эффективность функционирования ВСС через восстанавливаемость работоспособности средств, подвергаемых поражающим и подавляющим воздействиям. На практике количественное определение качества объектов, как правило, ограничивается рассмотрением одной – двух сетей связи, обеспечивающих работу действующих командного и вспомогательного пунктов управления.

Определение относительного показателя качества h-го средства (z-го объекта) ВСС

Относительная величина показателя качества конкретного средства (объекта) рассчитывается с учетом показателей качества всех средств (объектов), задействованных в ВСС, т.е.

$$K_h^{omni} = K_h^{nom} / \sum_{i=1}^{I_z} \sum_{j=1}^{J_z} \sum_{k=1}^{K_z} \sum_{h=1}^{H_z} K_{hkji}^{nom} \quad \text{при} \quad \sum_{i=1}^{I_z} \sum_{j=1}^{J_z} \sum_{k=1}^{K_z} \sum_{h=1}^{H_z} K_h^{omni} = 1; \quad (15)$$

Список литературы:

1. Паращук И.Б., Бобрик И.П. Нечеткие множества в задачах анализа сетей связи. - М.: ВУС, 2001.- 80 с.
2. Попов В.И. Методика оценки эффективности системы военной связи. - С.Пб.: ВАС, 1988. - 34 с.
3. Серков В.В. Об опыте построения телекоммуникационной составляющей информационных систем в регионе. Статья. – М.: УВС ФАПСИ, ИПС № 2, 2002. С. 8-11.
4. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. - М.: СИНТЕГ, 1998.- 376 с.
5. Теоретические основы организации связи в объединениях и соединениях.- СПб.: ВАС, 1991.- 148 с.

$$K_z^{omni} = K_z^{nom} / \sum_{z=1}^Z K_z^{nom} \quad \text{при} \quad \sum_{z=1}^Z K_z^{omni} = 1. \quad (16)$$

Ранжирование объектов ВСС

По результатам расчетов производится ранжирование объектов в составе рассматриваемой ВСС по относительным величинам показателя качества объектов.

$$K_1^{omni} < K_2^{omni} < \dots < K_z^{omni} < \dots < K_Z^{omni}. \quad (17)$$

Величина погрешностей в расчетах качества объектов на них зависит от точности исходных данных и для принятия правильного решения не должна превышать (10-15)% [5].

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Представленная методика параметрического оценивания качества объектов сети связи позволяет производить количественную оценку качества объектов, ранжирование их в составе ВСС. Определение качества объекта осуществляется учетом приоритетности в использовании размещаемых на нем средств связи и зависит от способов резервирования средств, приоритетности линий, в состав которых они входят, направлений, обеспечиваемых этими линиями, и сетей связи пунктов управления, включающих эти направления. При этом в ВСС соответствующие составляющие могут обладать одинаковыми приоритетами. Результаты параметрической оценки качества объектов связи могут быть использованы не только для сравнительной оценки их возможностей, но и оценки устойчивости ВСС, обеспечивающей максимальную оперативность в оценке обстановки по связи и состоятельности решений по изменению состава и построения системы.

ВАЖНОСТЬ ЦИФРОВОЙ И ГРАФИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ЦИФРОВОГО КОСМИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Хазратов Фазлиддин Хикматович

*преподаватель, Бухарский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: evrikiy@list.ru*

THE IMPORTANCE OF THE DIGITAL AND GRAPHIC HISTORY OF DIGITAL SPACE IMAGES IN GEOINFORMATION SYSTEMS

Fazliddin Khazratov

*Lecturer, Bukhara State University,
Republic of Uzbekistan, Bukhara*

АННОТАЦИЯ

В этой статье исследуются знания и навыки, необходимые для повышения квалификации учителей географии важность цифровой и графической истории цифрового космического изображения в геоинформационных системах. Кроме того, в статье даны инструкции для учителей географии по использованию информационных технологий в обучении ГИС.

ABSTRACT

This article explores the knowledge and skills required to improve the skills of geography teachers and the importance of the digital and graphic history of digital space imagery in geographic information systems. In addition, the article provides instructions for geography teachers on the use of information technology in teaching GIS.

Ключевые слова: геоинформационные системы, данные, информация, знания, геоинформатика, принятие решений, география, информатика, информационный технологии, цифровой, космический, метод.

Keywords: geographic information systems, data, information, knowledge, geoinformatics, decision making, geography, informatics, information technology, digital, space, method.

Прогресс общества зависит прежде всего от человеческого фактора. Вот почему необходимо задействовать мышление и интеллект в более творческой работе. Открытие новых технических устройств и средств - результат творческого подхода к условиям жизни, труда человека, научно-технических исследований. К XX веку человечество многое сделало для облегчения не только физического, но и умственного труда. Таким образом, в XXI веке было создано и реализовано множество технических устройств.

Сегодня существует так много информации, что ее невозможно быстро проанализировать традиционными методами. В последние десятилетия двадцатого века появились новые формы информационных систем. Одной из таких информационных систем является Географическая информационная система. Также известен как географическая информационная система ГИС (геоинформационная система) во многих местах. Географические информационные системы (GIS) - это современные компьютерные технологии, необходимые для картирования и анализа объектов существующей вселенной, а также событий, происходящих на нашей планете. Эта технология обобщает традиционные методы работы с базами данных (запрос и статистический анализ) и данными,

полученными с помощью картографии (комплексный просмотр и географический, пространственный анализ). Это отличает ГИС от других информационных систем и эта технология сейчас используется практически во всех сферах человеческой деятельности, включая анализ глобальных проблем, таких как перенаселение, загрязнение земель, вырубка лесов, стихийные бедствия, а также он широко используется при решении небольших задач, таких как поиск удобного маршрута, выбор оптимального местоположения нового офиса, поиск дома по его адресу, поиск по цифровым кодам, прокладка труб на месте, различные проблемы с питанием.

В последнее время системы управления были разработаны и действуют в ответ на необходимость отображения информации на электронных картах на основе требований новых информационных технологий. Это: геоинформационные системы; Системы управления; системы проектирования.

При решении социально-технических задач используется большой объем информации о расположении топографических, гидрографических, инфраструктурных объектов. Выразить ту или иную ситуацию на экране компьютера - отобразить различные графические изображения.

Геоинформационные технологии направлены на практическое применение данных в виде электронных картографических систем и сред обработки данных различного характера.

Основной класс геоинформационных систем состоит из координатных данных, хранящих геометрическую информацию и отражающих пространственный аспект. Основные типы координатных данных: точка (узлы, концы), линия (открытая), контур (замкнутая линия), многоугольник (сфера). На практике для построения реальных объектов используется большой объем данных. Это: точка подвеса, нормальный узел, покрытие, слой и так далее. Эти типы данных взаимосвязаны. Их можно разделить на три группы: звенья для построения сложных объектов, состоящих из простых элементов; ссылки рассчитываются по координатам объектов; ссылки, которые определяются при вводе данных.

Геоинформационная система ГИС - это набор технического программного обеспечения и алгоритмических операций для сбора, ввода, хранения, математического и картографического моделирования географических данных.

Географическая информация (геоинформация) - это информация, определяющая географическое положение и состав природных или техногенных объектов, а также их границы на Земле. Эта информация получается в основном с помощью дистанционного зондирования, картирования и различных методов построения изображений.

Географические данные состоят из 4 взаимосвязанных компонентов: по местоположению; по составу и характеристикам; в зависимости от пространственного отношения или положения; согласно времени.

Как упоминалось выше, источником географической информации является дистанционное зондирование Земли, которое считается данными. Дистанционное зондирование Земли осуществляется с помощью специально оборудованных самолетов и спутников Земли. Аэрокосмические данные поступают в виде изображений поверхности Земли.

Есть два типа спутниковых изображений: фотографические и цифровые, в которых изображения снимаются с помощью камер, установленных на спутнике или самолете, и такие изображения в основном анализируются визуально. Цифровые изображения представляют собой двумерные матрицы, состоящие из нескольких миллионов небольших участков. Эти поля называются пикселями. Сумма пикселей составляет цифровое изображение. Цифровые изображения обладают высокой точностью и могут обрабатываться и анализироваться с использованием новых компьютерных технологий.

Цифровое космическое изображение - это набор информации, состоящий из двумерной геометрической матрицы. Эти изображения сделаны с помощью электронного приемного устройства. К спутнику прикреплен электронный приемник. Это устройство получает энергию, возвращаемую от каждой элементарной поверхности земли. Эта элементарная поверхность называется пикселем (размер пикселей варьируется от спутника к спутнику). Полученная

энергия преобразуется в электрические сигналы с помощью детектора. Затем этим сигналам присваиваются 8-битовые числовые значения. То есть от 28 до 256 означает, что информация в цифровом изображении содержит числа от 0 до 255.

Приемное устройство получает энергию от земли в различных электромагнитных спектрах, то есть каналах. Это называется мультиспектральным изображением и измеряется в пикселях на микрометр.

Принцип просмотра цифровых изображений на экране основан на интенсивности цвета информации в каждом пикселе. Здесь используется цветовая диаграмма. Для просмотра цифровых изображений нужно изменить динамику. Для этого создается и модифицируется гистограмма изображения.

Первый шаг - создать числовую гистограмму изображения. Принцип просмотра цифрового изображения на экране основан на интенсивности и цвете информации в каждом пикселе. Здесь используется цветовая диаграмма.

Векторные и растровые модели составляют основу визуального представления данных с помощью ГИС-технологий. Векторные модели основаны на представлении геометрической информации с помощью векторов. В растровых моделях объект (область) отражается в пространственных ячейках, составляющих периодическую сетку. Каждая ячейка в растровой модели имеет слой одинакового размера, но с разными характеристиками (цвет, плотность). Эта процедура называется масштабированием. Растровые модели делятся на регулярные, нерегулярные и рекурсивные или иерархические мозаики. Есть три типа регулярной мозаики: квадратная, треугольная и шестиугольная.

Квадратная форма удобна для обработки больших объемов информации, создания треугольных сферических поверхностей. В качестве мозаики неправильной формы используются треугольные сетки неправильной формы и многоугольники Тиссена. Они используются для построения числовых моделей частей заданного района по группам заданных точек. Таким образом, векторные модели хранят информацию о местоположении объекта, а растровые модели хранят информацию об объекте в конкретной точке. Растровые модели в основном используются при обработке аэрокосмических изображений.

Цифровую карту можно организовать как набор слоев. Слои ГИС состоят из набора цифровых картографических моделей, основанных на сочетании пространственных объектов с общими функциональными свойствами. Набор слоев составляет основу графической части ГИС.

Использование геопространственных информационных систем (ГИС) - одна из новых, но все более популярных областей науки.

Хорошо известно, что исторические события и процессы происходят в пространстве и времени. Все исторические объекты присутствуют в той или иной границе. Демаркация этой границы позволяет составить более полную картину исторического события. Итак, работа с картами - необходимая часть исторического исследования. Однако процесс создания

исторической карты намного сложнее, необходимо адаптировать географическую карту к изучаемому периоду, включить все объекты на основе общих сведений об этой исторической границе, сравнить карты. Это займет много времени.

Поэтому рекомендуется загрузить процесс сопоставления на свой компьютер. ГИС базируется на наборе электронных карт по темам. В целом компьютеризированные исторические карты делятся на два типа: иллюстративные (визуальные наборы существующих данных) и исследовательские или аналитические (набор файлов данных, которые могут быть преобразованы в различные наборы изображений). Именно на основе второй группы карт можно создавать полные пространственно-временные модели исторических процессов. Эти модели позволяют нам определять закономерности и связи, которых нет в традиционных исследованиях.

ГИС в основном используется в географии и исторической демографии, которые являются областями исторического образования. Однако ГИС широко используется в землеустройстве, учете земель, лесном

хозяйстве и других областях. В образовании ГИС используется для изучения таких предметов, как география, историческая география и история окружающей среды. ГИС связывает изображение географических границ с качественной и количественной информацией экологического, географического, административного характера. Сила этой связи заключается в сочетании визуальной и статистической информации. Можно создавать карты, которые включают такую информацию, как структура почвы, растительность, уровни освещения, дороги, отношения собственности и общая стоимость земельных участков. Таким же образом можно нанести на карту все исторические здания города. На Западе возможности компьютерного картографирования подчеркивались с 1980-х годов, и появилась научная работа по применению ГИС в области истории. В 1994 г. во Флоренции прошел специальный международный семинар по этому вопросу. На Международной научно-практической конференции «Геоинформатика - 2000» (Томск, Россия) было заявлено о трех крупных исследовательских проектах.

Список литературы:

1. Акабиров Л.Х., Атаева Г.И. Особенности уроков с применением информационных технологий // Проблемы педагогики, № 2(47), 2020. С. 42-44.
2. Капралов Е.Г., Кошкаров А.В., Тикунов Б.С., Геоинформатика, Москва. 2005. 468 с.
3. Самардак А.С. Геоинформационные системы. Владивосток. 2005. 124 с.
4. Хазратов Ф.Х. Современные проблемы интеграции геоинформационных систем и интернет-технологий // Universum: технические науки: электрон. научн. журн., 2020. № 9 (78). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10735/> (дата обращения: 11.11.2020).
5. Хазратов Ф.Х. Геоинформационные технологии и информационная культура учителя географии // Вестник науки и образования, №22(100). Ч. 2., 2020. С. 33-37.
6. Шипулин В.Д., Основные принципы геоинформационных систем, Харьков. 2010. 336 с.
7. Khazratov F., Juraev Kh. METHODS OF CREATION AND ORGANIZATION OF WORK, TECHNOLOGY FOR CREATING AUTO-NAVIGATION MAPS [Электронный ресурс]: URL: <http://www.jcreview.com/?mno=9704>

АВТОМАТИЗАЦИЯ УМНОГО ДОМА НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ДАТЧИКОВ И ARDUINO В КАЧЕСТВЕ ГЛАВНОГО КОНТРОЛЛЕРА

Холматов Ойбек Олим угли

ассистент,

Андижанский машиностроительный институт

Республика Узбекистан, Андижан

E-mail: holmatov.oybek@bk.ru

Дарвишев Азизбек Ботиржон угли

студент,

Андижанский машиностроительный институт

Республика Узбекистан, Андижан

SMART HOME AUTOMATION BASED ON DIFFERENT SENSORS AND ARDUINO AS THE MASTER CONTROLLER

Oybek Kholmatov

Assistant, Andijan machine-building institute

Uzbekistan, Andijan

Darvishev Azizbek Botirjon ugli

Student, Andijan machine-building institute

Uzbekistan, Andijan

DOI: 10.32743/UniTech.2020.81.12-1.25-28

АННОТАЦИЯ

Популярность домашней автоматизации значительно возросла в последние годы из-за гораздо более высокой доступности и простоты. Имея возможность контролировать аспекты наших домов и иметь возможность автоматически реагировать на события, он становится все более и более популярным и необходимым из-за соображений безопасности и затрат. Предлагаем внедрить комплексную систему домашней автоматизации и безопасности. Наш проект предлагает недорогое решение с использованием готовых компонентов для снижения затрат и программного обеспечения с открытым исходным кодом, чтобы обойти лицензионные требования к программному обеспечению. Arduino управляет датчиками и исполнительными механизмами, которые контролируют определенное местоположение и предпринимают действия на основе определенных параметров, таких как окружающий свет, температура и т. д. Arduino также может отправлять предупреждения, если обнаруживает отклонение от нормы. Схема распознавания голоса позволяет пользователю использовать голосовые команды для управления своим домом.

ABSTRACT

The popularity of home automation has been increasing vastly in recent years due to much higher affordability and simplicity. Being able to control aspects of our houses, and having the feature to respond automatically to events, it is becoming more and more popular and necessary due to security and cost purposes. We propose to implement integrated home automation and security system. Our project proposes a low-cost solution using off the shelf components to reduce cost and open-source software to get around the licensing requirements of the software. An Arduino controls sensors and actuators that monitor a defined location and take action based on specified parameters like ambient light, temperature, etc. The Arduino can also send alerts if it detects an abnormality. The voice recognition schema allows the user to use voice commands to control his house.

Ключевые слова: домашняя автоматизация, Arduino, распознавание голоса, графический интерфейс пользователя, Microsoft Visual Basic.

Keywords: Home Automation, Arduino, Voice Recognition, Graphical User Interface, Microsoft Visual Basic.

Введение

Системы домашней автоматизации быстро появляются и становятся популярными в настоящее

время в мире, и их конечными пользователями являются, в частности, инвалиды и пожилые люди, но из-за их сложности и стоимости они не всегда

принимаются. Старение населения происходит почти во всех странах мира. Старение является результатом снижения смертности и, что наиболее важно, снижения рождаемости. Этот процесс приводит к относительному сокращению доли детей и увеличению доли людей основного трудоспособного возраста и пожилых людей в населении. Доля пожилых людей (в возрасте 60 лет и старше) в мире увеличилась с 9,2 процента в 1990 году до 11,7 процента в 2013 году и будет продолжать расти как доля мирового населения, достигнув 21,1 процента к 2050 году [1]. быстрый экономический рост, уровень жизни также растет день ото дня. Современное общество хочет безопасной, экономичной, комфортной и удобной жизни, идеальной для каждой семьи.

Цель исследования

Аппаратная часть в основном состоит из цифрового компьютера, платы Arduino Uno, резисторов для обнаружения света, датчика температуры (LM35), датчика газа и дыма (MQ2), датчика температуры и влажности (DHT11), веб-камеры, двигателя постоянного тока, который обсуждается. наряду с их конкретными функциями.

А. Arduino Uno

Плата Arduino [8] состоит из 8-, 16- или 32-разрядного микроконтроллера AVR Atmel с дополнительными компонентами, которые помогают в программировании и подключении других схем. Эта плата имеет линейный стабилизатор на 5 В и кварцевый генератор на 16 МГц.

Б. Светочувствительные резисторы (LDR)

Это особый тип резистора с (переменным) сопротивлением, которое изменяется в зависимости от интенсивности падающего на него света. Это позволяет использовать их в светочувствительных схемах.

С. Датчик температуры (LM35)

Это прецизионное устройство для измерения температуры на интегральной схеме с выходным напряжением, линейно пропорциональным температуре по шкале Цельсия. Устройство LM35 [9] имеет преимущество перед линейными датчиками температуры, калиброванными в градусах Кельвина, поскольку пользователю не требуется вычитать большое постоянное напряжение из выходного сигнала для получения удобного масштабирования по шкале Цельсия.

Д. Датчик газа и дыма (MQ2)

Этот модуль Grove - Gas Sensor (MQ2) [10] полезен для обнаружения утечки газа в доме и на производстве. Он может обнаруживать H₂, LPG, CH₄, CO, алкоголь, дым и пропан. Благодаря быстрому времени отклика измерения могут быть выполнены как можно скорее. Также чувствительность можно регулировать потенциометром. Когда целевой горючий газ существует, проводимость датчика увеличивается вместе с увеличением концентрации газа.

Е. Датчик температуры и влажности (DHT11)

DHT11 [11] использует емкостной датчик влажности и термистор для измерения окружающего воздуха и выдает цифровой сигнал на вывод данных (выводы аналогового входа не требуются). Он довольно прост в использовании, но требует аккуратного выбора времени для сбора данных. Единственным реальным недостатком этого датчика является то, что с него можно получать новые данные только раз в 2 секунды.

Материал и методы

В этой статье наша главная цель - предложить модель системы домашней автоматизации. Предлагаемая архитектура системы показана на рисунке 1.1.

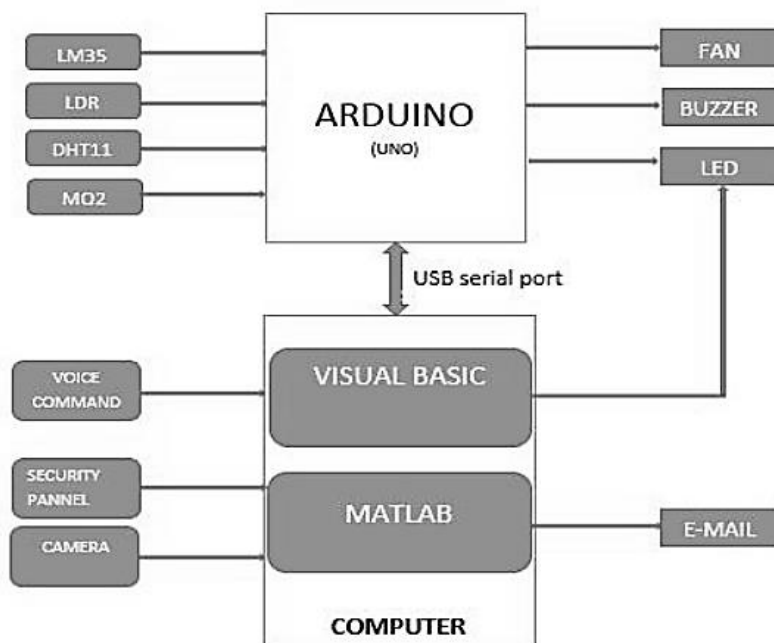


Рисунок 1.1. Блок-схема, представляющая разработанную схему

Система домашней автоматизации состоит из двух основных аппаратных компонентов: компьютер, на котором работает Matlab, Visual Basic, и плата микроконтроллера Arduino Uno, гибкая, недорогая, предлагающая множество цифровых и аналоговых входов, последовательный интерфейс, а также цифровые и ШИМ-выходы. Домашний сервер ПК поддерживает управление платформой Matlab-GUI, а Arduino Uno управляет бытовой техникой, а также позволяет пользователю получать к ним доступ с помощью голосовых команд. Компьютер связывается с платой микроконтроллера Arduino Uno через USB-кабель для передачи данных. К портам платы микроконтроллера подключается ряд приборов и датчиков. Бытовую технику можно контролировать и получать доступ к ней удаленно. Arduino позволяет пользователям контролировать различные типы датчиков, такие как термометры и детекторы движения, в режиме реального времени. Аналоговые и цифровые контакты на плате Arduino могут служить в качестве входных и выходных контактов общего назначения (GPIO). Микроконтроллер ATmega328, встроенный в плату Arduino, содержит аналого-цифровой преобразователь (АЦП), который преобразует аналоговый входной сигнал в число от 0 до 1023. Целое число пропорционально величине напряжения, приложенного к аналоговому вводу. Любой датчик,

работающий на 5 вольт, можно напрямую подключить к плате Arduino. В качестве прототипа для мониторинга показаний датчика с помощью Arduino мы реализовали простую настройку для подключения аналогового датчика к плате Arduino. В этом разделе мы будем контролировать температуру в доме автоматически с помощью специального датчика температуры LM35. Он имеет выходное напряжение, пропорциональное температуре по Цельсию. Он имеет низкую способность к самонагреву, подходит для удаленных приложений, низкая стоимость за счет обрезки на уровне пластины, работает от 4 до 30 В, в этом случае выход с низким импедансом. В этом проекте мы использовали это для определения комнатной температуры, Arduino классифицирует измеренную температуру как горячую, нормальную или холодную, а затем соответственно регулирует скорость вентилятора, изменяя рабочий цикл двигателя с помощью метода ШИМ. Таким образом, если температура в помещении становится очень высокой или низкой, он может автоматически регулировать вентилятор в соответствии с температурой.

Результаты и обсуждение

Для реализации и демонстрации разработанной теоретической системы мы создали прототип, представляющий различные бытовые приборы. Таким образом, вся разрабатываемая система представлена ниже (Рис. №: 2.1).

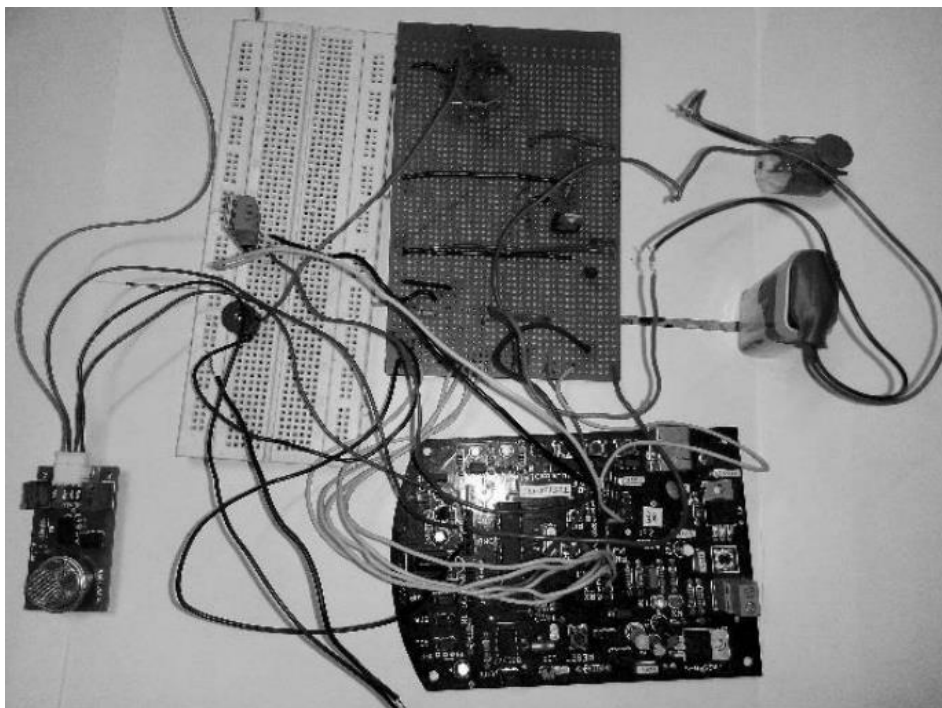


Рисунок 2.1. Полная схема

На этом рисунке, приведенном здесь, мы можем видеть различные части разработанной печатной платы, которая при необходимости подключается к цифровым и аналоговым выводам Arduino. Изображение защитной панели, разработанной графическим интерфейсом Matlab, приведено выше, которая состоит из нескольких кнопок и экрана камеры.

Заключение

В этой статье предлагается и реализуется новая архитектура для экономичной системы умного дома. Он дает общее представление о том, как управлять различной бытовой техникой и обеспечивать безопасность с помощью Arduino Uno и графического интерфейса Matlab. Стоимость технологии

умного дома для некоторых людей является аргументом против выбора таких установок. В этом проекте используются недорогие полочные компоненты и он основан на платформах Visual Basic и Arduino, которые являются FOSS (Free Open Source Software). Таким образом, общая стоимость внедрения очень дешевая и доступна обычному человеку. Эта недорогая система предназначена для повышения уровня жизни в доме. Функция голосового управления обеспечивает помощь и поддержку, особенно инвалидам и пожилым людям. Система безопасности, разработанная в графическом интерфейсе пользователя Matlab, также обеспечивает безопасность дома

и обеспечивает защиту от возможных злоумышленников. Для будущей работы можно дать некоторые рекомендации, например, добавить датчики движения для автоматического включения / выключения света, вентиляторы в зависимости от положения пользователя, в систему можно добавить беспроводную связь, а также можно добавить планировщики для управления бытовой техникой. Вся система может быть изготовлена как экономичный коммерческий аппаратный комплекс. Концепция этой домашней автоматизации также может быть использована для автоматизации сети в интеллектуальных сетях в энергосистемах.

Список литературы:

1. "World Population Ageing" Department of Economic and Social Affairs Population Division, United Nations, New York, 2013.
2. Renato J.C. Nunes, Jose C.M. Delgado, "An Internet Application for Home Automation", 10th Mediterranean Electrotechnical Conference. MEleCon 2000, vol 1, USA: IEEE 2000, pp. 298-301.
3. R. Shepherd, "Bluetooth wireless technology in the home," Journal of Electronics and Communication Engineering, vol. 13, no. 5, pp. 195-03, Oct. 2001.
4. N. Sriskanthan and Tan Karand, "Bluetooth Based Home Automation System", Journal of Microprocessors and Microsystems, Vol. 26, pp.281-289, Elsevier Science B.V., 2002.
5. Maqsood J, "Artificial Intelligence, Modelling and Simulation (AIMS)", 2014 2nd International Conference, Madrid, pp.109 – 114, 18-20 Nov.2014.
6. Cubukcu, A.; Kunsan, M.; Kaplan, K.; Metin Ertunc, H., "Development of voice-controlled home automation using Zigbee module", Signal.
7. Adriansyah, A.; Dani, A.W., "Design of Small Smart Home system based on Arduino", Electrical Power, Electronics, Communications, Controls, and Informatics Seminar (EECCIS), 2014, Malang, pp.121 – 125, 27-28 Aug. 2014.
8. Arduino [Online] Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>
9. Texas Instruments- LM35 [Online] Available: <http://www.ti.com/product/lm35>
10. Grove - Gas Sensor (MQ2) [Online] Available:<http://www.seeedstudio.com/wiki/>
11. DHT11 basic temperature-humidity sensor, Adafruit [Online] Available:<http://www.adafruit.com/product/386>

ОПТИМИЗАЦИЯ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ УСЕЧЕННЫХ КОНИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК**Якубов Сабир Халмуродович**

профессор

*Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: sabiryakubov@mail.ru***Латипов Зухриддин Ёкуб угли**

ст. преподаватель

*Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: zuhriddin.latipov@mail.ru***Холиёрова Хилола Комил кизи**

ассистент

*Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши***OPTIMIZATION OF AXISYMMETRIC TRUNCATED CONICAL SHELLS****Sabir Yakubov***Prof of Karshi engineering and economics institute,
Uzbekistan, Karshi***Zuhriddin Latipov***Senior lectures of Karshi engineering and economics institute,
Uzbekistan, Karshi***Xilola Xoliyorova***Assistent of Karshi engineering and economics institute,
Uzbekistan, Karshi***АННОТАЦИЯ**

В народном хозяйстве широкое применение находят тонкостенных конструкций типа оболочек, это приводит к тому, что к ним предъявляются все более жесткие требования, которые связаны не только с экономией средств, материалов при возведении различных сооружений, но и с созданием конструкций минимального веса. В связи с этим актуальной задачей является проектирование конических оболочек минимального веса.

ABSTRACT

In the national economy, thin-walled structures such as shells are widely used, this leads to the fact that more and more stringent requirements are imposed on them, which are associated not only with saving money and materials during the construction of various structures, but also with the creation of structures of minimum weight. In this regard, an urgent task is the design of conical shells of minimum weight.

Ключевые слова: алгоритм, математическое программирование, весовая оптимизация, конструкция, конические оболочки, толщина, целевая функция, минимальный вес

Keywords: algorithm, mathematical programming, weight optimization, design, conical shells, thickness, objective function, minimum weight.

Для решения разнообразных оптимизационных задач создан и бурно развивается аппарат математического программирования: линейного нелинейного, динамического, а также методы случайного поиска. Созданные на базе этих методов алгоритмы и программы позволяют решать определенные подклассы оптимизационных задач, которые тем шире,

чем универсальные алгоритмы. В общем виде задачи математического программирования ставятся следующим образом [1]. Требуется определить значения оптимизируемых параметров $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, сообщающих целевой функции

$F(X)$ минимум (максимум) при соблюдении ограничений

$$\left. \begin{aligned} f_i(X) &\leq 0, \quad i = (\overline{0, m}); \\ f_j(X) &= 0, \quad j = (\overline{0, 1}). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Ограничения (1) образует некоторую область D существования решения оптимизационной задачи. Не уменьшая общности, задачи математического программирования можно записать в виде:

$$\left. \begin{aligned} F(X) \min = F(X^*) \leq F(X); \\ X \in D. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Универсальность алгоритма зависит от требований, предъявляемых к целевой функции и ограничениям, накладываемым алгоритм для успешного решения задачи (2). Так методы линейного программирования требуют линейности, а нелинейного – выпуклости $F(X)$ и ограничений (1). Алгоритмы случайного поиска более универсальны, т.к. не предъявляют жестких требований к виду задачи (2) и могут решать многоэкстремальные задачи с невыпуклой многосвязанной областью D [1].

Оптимизационные задачи, в частности задачи оптимизации инженерных конструкций, как видно из анализа [1-4], предполагают использование широкого класса методов математического программирования от симплекс-алгоритма до глобальных алгоритмов случайного поиска. Постановка задач оптимизации и обратных задач расчета конкретных конструкций позволяет унифицировать методы их решения на основе применения перечисленных методов [1]. Стоит отметить, что подобные задачи обладают рядом особенностей по сравнению с абстрактными задачами математического программирования, что позволяет разработать новые алгоритмы или модифицировать известные методы с ускоренной сходимостью. Из этих особенностей можно выделить следующее. Во-первых, при весовой оптимизации конструкций минимум целевой функции всегда находится на одном или пересечении ограничений по прочности, жесткости, устойчивости рассматриваемых конструкций. Эта особенность позволяет производить параметрическую адаптацию алгоритмов поиска. Во-вторых, задача прямого расчета конструкции, как правило требует на несколько порядков больше затрат машинного времени, чем вычисление целевой функции. Отсюда – возможность структурной адаптации алгоритмов с целью максимально уменьшить количество прямых расчетов конструкций. В - третьих, как прямые расчеты, так и

обратные и оптимизационные для достаточно сложных конструкций производится при помощи численных методов. При этом очевидна целесообразность соотношения точности расчетной модели (которая может выражаться в количестве членов ряда координатных функций, узлов разностной сетки, конечных элементов) и положения поисковой системы в области поиска.

Практическая необходимость при проектировании различных объектов, в том числе, и инженерных конструкций, решать различные типы оптимизационных задач привела к созданию библиотек оптимизирующих программ, пакетов прикладных программ различных уровней и назначения. Собрание в одном пакете различных алгоритмов увеличивает класс решаемых оптимизационных задач, что, естественно, приводит к повышению эффективности применения компьютерной техники.

Инженерные конструкции и сооружения, включающие в себя конические оболочки, широко применяются в таких важных отраслях народного хозяйства, как ракетостроение, самолетостроение, турбостроение и т.д.

Так как к ним предъявляются все более жесткие требования связанные не только с экономией средств, материалов при возведении различных сооружений, но и с созданием конструкций минимального веса. В связи с этим актуальной задачей является проектирование конических оболочек минимального веса.

Весовая оптимизация инженерных конструкций предусматривает минимизацию веса этих конструкций при воздействии на них заданных систем внешних сил с соблюдением условий сохранения необходимой прочности, устойчивости, жесткости конструкций [2, 3].

Задача в общем виде может быть записана так:

$$\left. \begin{aligned} F(x) = G \rightarrow \min; \\ G_{\max} \leq [\sigma]; \\ P_{\max} \leq P_{kp}; \\ U_{\max} \leq [U], \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где G – вес конструкции;

σ_{\max} – максимальные напряжения в конструкции;

$[\sigma]$ – допускаемые напряжения;

P_{\max} – максимальная сжимающая сила;

P_{kp} – критическая сила;

U_{\max} – максимальные перемещения в конструкции;

$[U]$ – допускаемые перемещения.

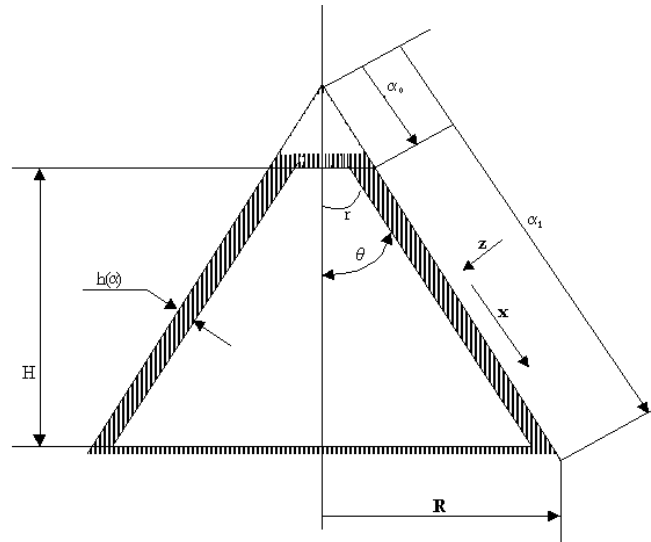


Рисунок 1. На высоту оболочки и величину радиуса отверстия при вершине (рис.1) накладываются ограничения

Проверка ограничений (3) возможна лишь после решения системы дифференциальных уравнений равновесия или движения рассматриваемых конструкций с соответствующими начальными или граничными условиями.

Задача оптимизация конических оболочек ставится следующим образом [4]. Требуется перекрыть окружность радиусом R конической оболочкой, способной выдержать действующие внешние нагрузки $Z(\alpha)$ и $X(\alpha)$, которая при этом будет иметь минимальный вес. На высоту оболочки и величину радиуса отверстия при вершине (рис.1) накладываются ограничения.

При этом вес оболочки – минимизируемая функция

$$G = 2\pi \sin \Theta \gamma \int_{\alpha_0}^{\alpha_1} \alpha \cdot h(\alpha) d\alpha \quad (4)$$

где γ – удельный вес материала оболочки.

Оптимизируемые параметры такие: угол конусности оболочки Θ ; координата отверстия при вершине α_0 ; параметры, определяющие толщину оболочки. Система ограничений следующая:

$$\begin{aligned} \Theta_{\min} &\leq \Theta \leq \Theta_{\max}; \\ \bar{\alpha}_{\min} &\leq \bar{\alpha}_0 \leq \bar{\alpha}_{\max}; \\ h_{\min} &\leq h \leq h_{\max}; \\ H_{\min} &\leq H \leq H_{\max}; \\ r_{\min} &\leq r \leq r_{\max}; \\ \sigma_i &\leq [\sigma]; \\ \bar{\alpha}_0 &= \frac{\alpha_0}{\alpha_1}; \alpha_1 = \frac{R}{\sin \Theta}; \end{aligned}$$

$$H = \frac{R}{\tan \Theta} - \alpha_0 \cos \Theta; r = \alpha_0 \cdot \cos \Theta,$$

где σ_i – интенсивность напряжений, определяемая по формуле

$$\sigma_i = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_\beta - \sigma_\alpha)^2 + \sigma_\alpha^2} \quad (5)$$

Напряжения σ_β и σ_α вычисляются после решения прямой задачи расчета осесимметричной конической оболочки.

При решении приведенных ниже задач количество узлов сетки N принималось равным 50. Задачи решались при следующих значениях физических и геометрических характеристик оболочки:

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2;$$

$$\nu = 0,3; [\sigma] = 2000 \text{ кг/см}^2; \gamma = 0,0078 \text{ кг/см}^3; R = 100 \text{ см.}$$

Оболочка имеет жесткое защемление по обоим контурам. Оптимизация производилась с точностью $\epsilon = 0,5\%$. Решены следующие задачи:

Задача 1. Произвести оптимизацию оболочки постоянной толщины под равномерно распределенной нормальной нагрузкой

$$Z = 10 \text{ кг/см}^2; X = 0.$$

Система ограничений такая:

$$\begin{aligned} \pi/4 &\leq \Theta \leq 1,57; \\ 0,1 &\leq \bar{\alpha}_0 \leq 0,5; \\ 0 &\leq h \leq 5 \text{ см}; \\ 0 &\leq H \leq 100 \text{ см}; \\ 10 \text{ см} &\leq r \leq 50 \text{ см}; \\ \sigma_i &\leq [\sigma]. \end{aligned}$$

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты расчетов

В лок. мин.	G, кг	Θ, рад.	$\bar{\alpha}_0$	h, см	σ_i^{\max} кг/см ²
1	200,94	1,1545	0,50	1,00	1999,3
2	435,98	1,5700	0,50	2,3723	1988

Задача 2. Оболочка постоянной толщины имеет нагрузку $Z=10 \cdot \sin \Theta$ кг/см²;

$X=10 \cdot \cos \Theta$ кг/см². Остальные параметры те же, что и в задаче 1. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Результаты расчетов

В лок. мин.	G, кг	Θ	$\bar{\alpha}_0$	H, см	σ_i^{\max} кг/см ²
1	198,16	1,18756	0,500	1,00	1996,6
2	255,78	1,1938	0,1717	1,000	1992
3	442,37	1,5686	0,500	2,407	1930

Задача 3. Оболочка линейно-переменной толщины находится под нагрузкой $Z = 10 \text{ кг} / \text{см}^2$; $X = 0$. Толщина оболочки определяется по формуле

$$h = h_0 + h_1 \frac{\alpha - \alpha_0}{\alpha_1 - \alpha_0} \quad (6)$$

Ограничения следующие:

$$0,785 \leq \Theta \leq 1,57;$$

$$0,1 \leq \bar{\alpha}_0 \leq 0,5;$$

$$1 \leq h_0 \leq 3 \text{ см};$$

$$0 \leq H \leq 100;$$

$$\sigma_i \leq [\sigma].$$

Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Результаты расчетов

В лок. мин.	G, кг	Θ	$\bar{\alpha}_0$	h ₀ , см	h ₁ , см	σ_i^{\max} кг/см ²
1	182,19	1,0335	0,500	1,00	-0,2671	1996
2	241,48	0,9196	0,1320	1,00	-0,3222	1971
3	374,23	1,2998	0,1186	1,7285	-0,3739	1896

Задача 4. Определить минимальный вес оболочки линейно-переменной толщины под нагрузкой $Z = 10 \cdot \sin \Theta$ кг/см²; $X = 10 \cdot \cos \Theta$ кг/см².

Параметры и ограничения, как в задаче 3. Результаты даны в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты

В лок. мин.	G, кг	Θ	$\bar{\alpha}_0$	h ₀ , см	h ₁ , см	σ_i^{\max} кг/см ²
1	164,34	0,9282	0,500	1,0438	-0,5897	1998
2	218,91	1,2056	0,500	1,0000	0,2026	1992
3	428,97	1,5700	0,500	2,4885	-0,2778	1991
4	499,03	1,5700	0,500	2,1692	0,4933	1998

Задача 5. Оптимизировать коническую оболочку, толщина которой меняется по закону

$$h = h_0 + h_1 \sin \frac{\alpha - \alpha_0}{\alpha_1 - \alpha_0} + h_2 \frac{\alpha - \alpha_0}{\alpha_1 - \alpha_0} \quad (7)$$

Компоненты нагрузки имеют значения: $Z = 10 \text{ кг} / \text{см}^2$; $X = 0$. Ограничения такие:

$$0,785 \leq \Theta \leq 1,57;$$

$$0,1 \leq \bar{\alpha}_0 \leq 0,5;$$

$$1 \leq h_0 \leq 3;$$

$$-1 \leq h_1 \leq 1;$$

$$-1 \leq h_2 \leq 1;$$

$$0 \leq H \leq 100;$$

$$10 \leq r \leq 50;$$

$$\sigma_i \leq [\sigma].$$

Результаты расчетов приведены в табл. 5.

Таблица 5.

Результаты расчетов

В лок. мин.	G, кг	Θ	$\bar{\alpha}_0$	h ₀ , см	h ₁ , см	h ₂ , см	σ_i^{\max} , кг/см ²
1	186,25	1,0751	0,5000	1,0000	-0,10577	-0,0743	1999,98
2	209,75	1,0980	0,5000	1,0824	0,3959	-0,5732	1957
3	279,64	1,1557	0,4631	1,8750	-1,0000	0,1624	1988
4	328,01	1,2311	0,5000	1,0000	0,5002	0,6558	1972
5	435,09	1,5666	0,5000	2,4945	-0,4954	-0,7966	1939
6	306,83	1,1945	0,2392	1,2163	0,5443	-0,5439	1978

Кривые $\sigma_i(\alpha)$, соответствующие 1,5,6 минимумам, приводятся на рис. 2.

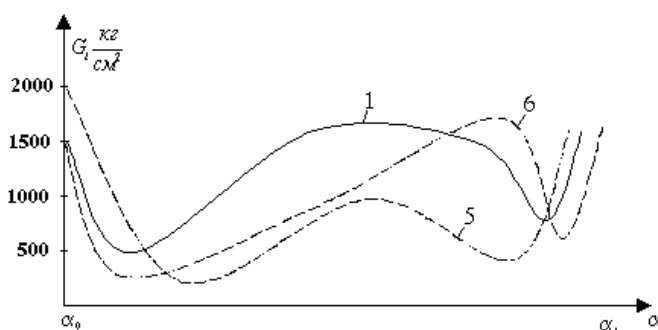


Рисунок 2. Кривые $\sigma(\alpha)$, соответствующие 1,5,6 минимумам, приводятся

Задача 6. Оптимизировать коническую оболочку, с толщиной переменной, определяемой по формуле (7), под нагрузкой

$$Z = 10 \cdot \sin \Theta \text{ кг} / \text{см}^2; X = 10 \cdot \cos \Theta \text{ кг} / \text{см}^2.$$

Результаты расчетов приведены в таблице 6.

Таблица 6.

Результаты расчетов

В лок. мин.	G, кг	Θ	$\bar{\alpha}_0$	h ₀ , см	h ₁ , см	h ₂ , см	σ_i^{\max} , кг/см ²
1	145,15	0,8693	0,5000	1,000	-0,4656	-0,1805	1999,9
2	379,36	1,3587	0,5000	2,347	-1,0000	0,7254	1982
3	183,26	0,9374	0,5000	1,000	-0,8034	0,5670	1982
4	143,13	0,8205	0,5000	1,000	-0,2729	-0,4618	1999,97
5	172,32	0,9331	0,1497	1,000	-0,5635	0,1015	1947
6	411,20	1,5700	0,5000	3,016	-0,7621	-0,5295	1962

Кривые $\sigma_i(\alpha)$, соответствующие 1,5,6 минимумам, приводятся на рис. 3.

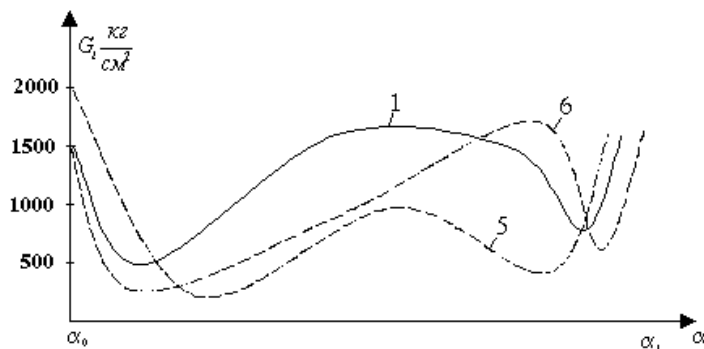


Рисунок 3. Кривые $\sigma(\alpha)$, соответствующие 1,5,6 минимумам, приводятся

Задача 6. Оптимизировать коническую оболочку, с толщиной переменной, определяемой по формуле (7), под нагрузкой

$$Z = 10 \cdot \sin \Theta_{к2} / \text{см}^2; X = 10 \cdot \cos \Theta_{к2} / \text{см}^2.$$

Результаты расчетов приведены в табл. 7.

Таблица 7.

Результаты расчетов

В лок. мин.	G, кг	Θ	$\bar{\alpha}_0$	h ₀ , см	h ₁ , см	h ₂ , см	$\sigma_i^{\max}, \text{кг} / \text{см}^2$
1	145,15	0,8693	0,5000	1,000	-0,4656	-0,1805	1999,9
2	379,36	1,3587	0,5000	2,347	-1,0000	0,7254	1982
3	183,26	0,9374	0,5000	1,000	-0,8034	0,5670	1982
4	143,13	0,8205	0,5000	1,000	-0,2729	-0,4618	1999,97
5	172,32	0,9331	0,1497	1,000	-0,5635	0,1015	1947
6	411,20	1,5700	0,5000	3,016	-0,7621	-0,5295	1962

Результаты вычислительных экспериментов по оптимизации осесимметричных усеченных коническую оболочку свидетельствует о том, что все найденные минимумы целевых функции находились на грани прочности и устойчивости, тогда как значения их весов значительно отличаются. Иначе говоря, обе исследуемые конструкции, обладая одинаковым запасом прочности, отличаются более 20%.

Применение для конических оболочек переменной толщины (в виде различных законов $h(\alpha)$) позволило в ряде случаев снизить вес конструкции ~ 27% по сравнению с оболочками постоянной толщины, что говорит оптимизация целесообразности применения переменной толщины, постановки и решения задач оптимизации при проектировании специальных оболочек минимального веса.

Список литературы:

1. Кабулов В.К., Назиров Ш.А., Якубов С.Х. Алгоритмизация решения оптимизационных задач. – Ташкент: Фан, 2008. – 204 с.
2. Nazirov Sh.A., Yakubov S.H. Structural complex configuration plate mathematical modeling and optimization // International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), Vol.2, Issue.5, Sept.-Okt.2012.- pp. 2986-2991.
3. Shodmonkul Nazirov, Sabir Yakubov. Automation Engineering Design of Structures and Facilities // International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) Vol.2, Issue.5, Sept.-Okt.2012. – pp. 2992-2997.
4. Yakubov S.H. Models and algorithms for decision making in computer-aided design engineering for constructions and buildings// Proceedings of Eleventh International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing (Paris, France, September 2-3, 2014), «ICAFS – 2014», b – Quadrat Verlag, Paris, 2014.- pp. 111-118.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

УЧЁТ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Ахунбаев Адил Алимович**канд. техн. наук, доцент,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана**Туйчиева Шоирахон Шухратбековна**преподаватель,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана**Хурсанов Бойкузи Журакузиевич**старший преподаватель,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: b.xursanov@ferpi.uz*ACCOUNTING FOR ENERGY DISSIPATION IN THE DRYING PROCESS
OF DISPERSED MATERIALS*Adil Axunbaev**Ph.D., Associate Professor, Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana**Shoiraxon Tuychiyeva**Lecturer,
Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana**Boykuzi Khursanov**Senior Lecturer,
Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana*

АННОТАЦИЯ

В работе дана методика учёта энергии расходуемой на создание слоя материала в роторной сушилке с быстро-вращающимся ротором. На основе физической модели процесс дано математическое описание методики учёта энергии диссипирующая в процессе сушки дисперсного материала в контактном аппарате.

ABSTRACT

The paper presents a methodology for accounting for the energy consumed to create a layer of material in a rotary dryer with a rapidly rotating rotor. On the basis of the physical model of the process, a mathematical description of the method of accounting for the energy dissipating in the process of drying dispersed material in a contact apparatus is given.

Ключевые слова: диссипация энергии, сушка, контактный аппарат, быстро-вращающийся ротор, дисперсный материал.

Keywords: energy dissipation, drying, contact apparatus, rapidly rotating rotor, dispersed material.

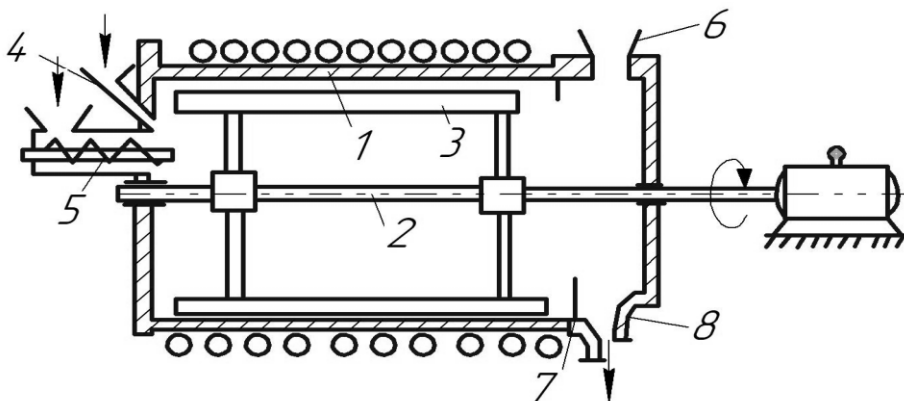
Использование контактных сушилок с быстро-вращающимся ротором для сушки дисперсных материалов является перспективным по сравнению с

конвективными аппаратами, а также с контактными сушилками с тихоходными перемешивающими устройствами. В сушилках с быстро-вращающимся

ротором по сравнению с другими контактными аппаратами процессы теплообмена происходят интенсивнее 2-4 раза. Применение конвективных аппаратов для сушки мелкодисперсных материалов является, также неэффективным из за наличия уноса продукта и необходимости создания пыле очистного оборудования. Необходимо также отметить, что контактные аппараты с быстровращающимся ротором имеют малые размеры и удобную компоновку. Это, позволяет

разместит их более компактно в процессе модернизации технологического оборудования.

Сушка в исследуемом контактном аппарата происходит в тонком перемешиваемом слое, который образуется в зазоре между лопатками и нагреваемой стенкой барабана под действием центробежной силы, создаваемой быстровращающимся ротором.(рис 1).



1 – корпус; 2 – ротор; 3 – лопатки; 4 – штуцер для подачи индикатора; 5 – шиберный питатель; 6 – штуцер вторичного пара; 7 – выгрузной порог; 8 – выгрузной штуцер.

Рисунок 1. Схема экспериментальной установки

Слой материала находящийся в зазоре в зависимости от размера частиц и технологических особенностей процесса может быть плотным или разрыхленным (псевдооживленным). Проведенные исследования процесса создания слоя материала показали, что энергия необходимая для создания слоя материала в зазоре зависит от многих параметров: таких как свойства самого материала, а также условия создания слоя. При сушке тонкодисперсных материалов и частиц размерами менее 1мм предпочтительно иметь разрыхленный слой. При разрыхленном слое, напоминаящим псевдооживленный, расход энергии на перемешивание и транспортировку материала минимален и его можно не учитывать в энергетическом балансе процесса сушки. Однако при увеличении диаметра и физической плотности высушиваемого материала, а также коэффициента загрузки зазора материалом, энергия необходимая для создания слоя резко увеличивается. В этом случае, энергия необходимая для создания слоя, может составлять до 21%, от общего количества энергии расходуемую на сушку. Учитывая, что данная энергия на создание слоя в конечном счете диссипируется в тепловую энергию, то возникает необходимость учета диссипации энергии создания слоя материала в общем тепловом балансе процесса сушки.

При математическом моделировании процесса также необходимо учитывать, продольное перемешивание материала в зоне его обработки, вызванное взаимодействием частиц с лопаткой и стенкой аппарата, а также друг с другом. С учетом вышесказанного влажный материал рассматривается как сплошная фаза в виде плотного слоя движущийся от места

загрузки к месту выгрузки. Тогда задачу можно рассматривать как двухмерную. Рассмотрим процесс в отдельности по трем зонам сушки:

- 1-зона нагрева материала от начальной температуры $t_{нач}$ до температуры испарения $t_{исп}$. Процесс испарения не учитывается.
- 2-зона испарения от $U_{нач}$ до $U_{кр1}$ при $t_{исп} = const$, т.е. период постоянной скорости сушки.
- 3-зона досушки материала от $U_{кр}$ до $U_{конеч}$. При этом учитывается также прогрев материала от $t_{исп}$ до $t_{конеч}$.

В этом случае система уравнений переноса А.В. Лыкова можно представить в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} \frac{du}{d\tau} &= K_{11}\nabla^2 u + K_{12}\nabla^2 T \\ \frac{dT}{d\tau} &= K_{21}\nabla^2 u + K_{22}\nabla^2 T + N_{дисс} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Или раскрыв полные производные по времени через частные

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial \tau} + V_x \frac{\partial u}{\partial x} + V_y \frac{\partial u}{\partial y} &= K_{11}\nabla^2 u + K_{12}\nabla^2 T \\ \frac{\partial T}{\partial \tau} + V_x \frac{\partial T}{\partial x} + V_y \frac{\partial T}{\partial y} &= K_{21}\nabla^2 u + K_{22}\nabla^2 T + N_{дисс} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Для стационарного процесса $\frac{\partial u}{\partial \tau} = \frac{\partial T}{\partial \tau} = 0$.

А также если принять что при интенсивном перемешивании материала в продольном направлении

изменением влажности и температуры можно пренебречь $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial x} = 0$. Тогда система уравнений (2) выглядит

$$\left. \begin{aligned} V_y \frac{\partial u}{\partial y} &= K_{11} \nabla^2 u + K_{12} \nabla^2 T \\ V_y \frac{\partial T}{\partial y} &= K_{21} \nabla^2 u + K_{22} \nabla^2 T + N_{\text{двс}} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Подставляя $\nabla^2 u$ из первого уравнения системы (3) во второе и переобозначив константы K_{ij}

$$V_y \frac{dT}{dy} = K_1 \nabla^2 T + K_2 \cdot V_y \cdot \frac{\partial u}{\partial y} + N_{\text{двс}} \quad (4)$$

Проинтегрировав уравнение по толщине слоя:

$$\int_0^{\delta} V_y \frac{\partial T}{\partial y} dx = \int_0^{\delta} K_1 \nabla^2 T dx + \int_0^{\delta} K_2 V_y \frac{\partial u}{\partial y} dx + \int_0^{\delta} N_{\text{д}} \cdot dx \quad (5)$$

$$\begin{aligned} V_y \frac{\partial T}{\partial y} \delta_{\text{сг}} &= K_1 \left[\frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=R-\delta_{\text{сг}}} - \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=R} \right] + K_1 \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \delta_{\text{сг}} + \\ &+ V_y \cdot K_2 \frac{\partial u}{\partial y} \cdot \delta_{\text{сг}} + N_{\text{двс}} = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

где T , U , $N_{\text{д}}$ — средние по толщине слоя параметры.

Так как теплообмен идет только на стенке аппарата, а теплообменом между слоем и газом с внутренней стороны можно пренебречь, т.е.

$\frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=R-\delta_{\text{сг}}} = 0$. Член $K_1 \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$ учитывает передачу

тепла вдоль слоя за счёт продольного перемешивания.

Здесь возможны варианты:

1) если принять модель полного вытеснения вдоль аппарата: то есть $K_1 \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$ то решение такого случая сильно упростится и будет рассмотрено далее.

2) Если учесть перенос тепла за счёт перемешивания, то есть $K_1 \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \neq 0$ то вводя новую переменную

$\theta = (\bar{T} - T_{\text{г.п}})$ и заменив $-K \frac{dT}{dx} \Big|_{x=R}$ на

$K(u)(T_{\text{г.п}} - T) / \rho \cdot c$ уравнение (6) примет вид:

$$V_y \frac{d\theta}{dy} \delta_{\text{сг}} = \frac{K(u)}{\rho \cdot c} \theta + K_1 \frac{d^2 \theta}{dy^2} + V_y \cdot \overline{N_{\text{двс}}} = 0 \quad (7)$$

Уравнение (7) описывает поле средних по толщине слоя температуру и влажность материала по длине аппарата. Чтобы получить замкнутую систему, необходимо иметь данные по температурным кривым сушки, то есть $\bar{u} = f(T)$.

Рассмотрим решение уравнения по зонам. В зоне нагрева происходит прогрев материала до температуры испарения, при этом будем считать что процессом испарения влаги можно пренебречь (испарение влаги не происходит) $\frac{\partial u}{\partial y} = 0$ и уравнение (7) имеет вид:

$$V_y \frac{d\theta}{dy} \delta_{\text{сг}} = \frac{K(u)}{\rho \cdot c} \theta + K_1 \frac{d^2 \theta}{dy^2} + \overline{N_{\text{двс}}} = 0 \quad (8)$$

Линейная скорость перемещения V_y зависит от производительности аппарата и зазора между мешалкой и стенкой, т.е:

$$V_y = \frac{G_{\text{сгх}}}{\pi \cdot d_{\text{ам}} \cdot \delta_{\text{сг}} \cdot \rho} \quad (9)$$

Тогда распределение температуры по длине аппарата в зоне нагрева будет описывается линейным, неоднородным дифференциальным уравнением второго порядка:

$$\frac{d^2 \theta}{dy^2} + A \frac{d\theta}{dy} + B\theta = C \quad (10)$$

где $A = -\frac{G_{\text{сгх}}}{\pi \cdot d_{\text{ам}} \cdot \rho \cdot K_1}$; $B = \frac{K(u)}{\rho \cdot c \cdot K_1}$; $C = \frac{\overline{N_{\text{д}}}}{K_1}$

Общим решением неоднородного дифференциального уравнения является сумма решений: общего решения однородного дифференциального уравнения и частного решения неоднородного дифференциального уравнения. Общее решение однородного дифференциального уравнения будет

$$\theta = C_1 e^{S_1 y} + C_2 e^{S_2 y} \quad (11)$$

где S_1 и S_2 корни характеристического уравнения

$$S^2 + A \cdot S + B = 0$$

Частное решение уравнения

$$\theta = \frac{C}{B}$$

Тогда общее решение неоднородного линейного дифференциального уравнения можно представить в виде

$$\theta = C_1 e^{S_1 y} + C_2 e^{S_2 y} + \frac{C}{B} \quad (11-1)$$

Зная функциональную зависимость температуры от длины аппарата, можно найти длину аппарата. Константы интегрирования находят из граничных условий.

При

$$\left. \begin{aligned} y=0 & \quad \theta_0 = T_{\text{н}} - T_{\text{г.п}} \\ y=L_{\text{н}} & \quad \theta = T_{\text{исп}} - T_{\text{г.п}} \\ y=0 & \quad \frac{\partial \theta}{\partial y} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Чтобы найти C_1 и C_2 в уравнение (10) необходимо продифференцировать уравнение (11) воспользовавшись граничными условиями (12)

$$\frac{d\theta}{dy} = C_1 S_1 e^{S_1 y} + C_2 S_2 e^{S_2 y} \quad (13)$$

При $y=0$ уравнение (13) примет вид

$$C_1 S_1 + C_2 S_2 = 0 \quad (14)$$

Подставив уравнение (14) в (11) и воспользовавшись первым граничным условием уравнения (12) получим:

$$\theta = C_2 S_2 / S_1 + C_2 + \frac{C}{B} \quad (15)$$

Отсюда

$$C_2 = (\theta_0 - \frac{C}{B}) / (1 + \frac{S_2}{S_1})$$

Тогда распределение температуры в зоне нагрева:

$$\theta = (\theta_0 - \frac{C}{B}) / (1 + \frac{S_2}{S_1}) \left[\frac{S_2}{S_1} e^{S_1 y} + e^{S_2 y} \right] + \frac{C}{B} \quad (16)$$

Решая нелинейное уравнение (16) можно найти длину зоны нагрева. Уравнение (16) было решено численными методами. Расчеты показали, что длина нагрева составляет 5-7% от общей длины аппарата.

Рассмотрим зону испарения. В этой зоне идет только испарение растворителя при постоянной температуре, близкой температуре мокрого термометра. Причем температура постоянна по всей зоне испарения. С учетом того что градиенты температуры в этой зоне равны нулю, уравнение (7) для этого случая примет вид:

$$\frac{K(u)}{\rho \cdot c} \theta + V_y k_2 \frac{d\bar{u}}{dy} \delta_{cl} + \overline{N_{двс}} = 0 \quad (17)$$

С учетом уравнения (9):

$$\frac{K(u)}{\rho \cdot c} \theta + \frac{G_{сyx}}{\pi \cdot d_{ann} \cdot \delta_{cl} \cdot \rho} k_2 \frac{d\bar{u}}{dy} \delta_{cl} + \overline{N_{двс}} = 0 \quad (18)$$

Уравнение справедливо для материалов, не дающих усадки при сушке.

При сушке коллоидных капиллярно-пористых тел необходимо учитывать усадку материала. Константа переноса $K_2 = -r/c$, где r – теплота парообразования, c – теплоемкость материала. Преобразуя уравнение (18)

$$\frac{d\bar{u}}{dy} = \frac{\pi \cdot d_{ann} \cdot \rho \cdot c}{G_{сyx} \cdot r} \left(\frac{K(u)}{\rho \cdot c} \theta + \overline{N_{двс}} \right) \quad (19)$$

После интегрирования уравнения (19) по всей длине зоны испарения, последнюю можно рассчитывать по уравнению

$$L_{исп} = \frac{G_{сyx} \cdot r}{\pi \cdot d_{ann}} \int_{u_y}^{u_{kr}} \frac{d\bar{u}}{\theta \cdot K(u) + \overline{N_{двс}} \cdot c \cdot \rho \cdot c} \quad (20)$$

Чтобы рассчитать длину зоны испарения по уравнению (20) необходимо знать зависимость $\overline{N_{двс}} = f(u)$. Как показывают исследования и анализ литературных данных, если влажность материала не столь велика, чтобы имел место отжим влаги на теплообменную поверхность, коэффициент трения, а следовательно и $\overline{N_{двс}}$ мало зависит от влажности. Но если на поверхности образуется жидкая пленка, то сопротивление резко возрастает.

Рассмотрим зону до сушки

$$\frac{G_{сyx}}{\pi \cdot d_{ann} \cdot \rho} \cdot \frac{d\theta}{dy} = \frac{k(u)}{\rho \cdot c} \theta +$$

$$+ k_1 \frac{d^2 \theta}{dy^2} - \frac{G_{сyx}}{\pi \cdot d_{ann} \cdot \rho} \cdot \left(\frac{r}{c} \right) \frac{d\bar{u}}{dy} + \overline{N_{д}} = 0 \quad (21)$$

В уравнение (21) две переменные u и θ не являются независимыми и в теории сушки эта связь определяется температурным коэффициентом сушки, который по определению равен:

$$\epsilon = \frac{d\theta}{d\bar{u}} \quad (22)$$

С учетом (22) уравнение (21) можно записать:

$$\frac{G_{сyx}}{\pi \cdot d_{ann} \cdot \rho} \cdot \epsilon \frac{d\bar{u}}{dy} = \frac{k(u)}{\rho \cdot c} (\theta_u + \int_{u_{sp}}^u \bar{v} d\bar{u} - k_1 \frac{d}{dy} (\epsilon \frac{d\bar{u}}{dy}) - \frac{G_{сyx} \cdot r}{\pi \cdot d_{ann} \cdot \rho \cdot c} \cdot \frac{d\bar{u}}{dy} + \overline{N_{д}} = 0 \quad (23)$$

Преобразовав ряд констант в уравнение (23)

$$\frac{G_{сyx}}{\pi \cdot d_{ann} \cdot \rho} = \alpha; \quad \frac{k(u)}{\rho \cdot c} \left(\int_{u_{sp}}^u \right) (\theta_u + \bar{v} d\bar{u}) = \beta \cdot F(\bar{u})$$

Уравнение (23) в более компактном виде:

$$\alpha \left(b - \frac{r}{c} \right) \frac{d\bar{u}}{dy} = \beta \cdot F(u) -$$

$$- K_1 \frac{du}{dy} \cdot \frac{db}{dy} - K_1 b \frac{d^2 u}{dy^2} + \overline{N_{двс}} = 0 \quad (24)$$

Изменение температуры и влажности в зоне до сушки по длине аппарата будет описываться нелинейным дифференциальным уравнением второго порядка следующего вида:

$$\frac{d^2u}{dy^2} + f_1(u) \frac{du}{dy} + f_2(u) = 0 \quad (25)$$

В этом уравнение:

$$f_1(u) = \alpha \left(b - \frac{r}{c} + K_1 \frac{db}{dy} \right) / K_1 \cdot b \quad (26)$$

$$f_2(u) = -(\beta \cdot F(u) + N_d) / K_1 \cdot b$$

Решения уравнения (25) было получено численными методами на ЭВМ, методом конечной разностей, если предварительно проаппроксимировать зависимость температурного коэффициента сушки « b » от влажности материала.

Общая длина сушилки;

$$L_0 = L_H + L_{исп} + L_{доо}$$

Для того чтобы получить продукт с заданной конечной влажностью U_k , необходимо, чтобы время пребывания материала в сушилке было не менее необходимого времени сушки τ_n , найденного из кривого сушки $u=f(\tau)$

$$\tau_{преб} \geq \tau_H \quad (28)$$

Время пребывания может быть определено с учетом коэффициента заполнения кольцевого зазора:

$$\tau_{преб} = \frac{\pi \cdot d_{анп} \cdot L \cdot \delta \cdot \phi_{к.з}}{V} \quad (29)$$

Если равенство (28) выполняется, то расчет произведен правильно. В противном случае необходимо увеличит аккумулирующую способность сушилки изменением конструктивных параметров ее и сделать второе приближение.

Сравнение результатов экспериментов с решениями уравнения (7) подтверждает необходимость учета энергии диссипации материала в процессе сушки.

Список литературы:

1. Фролов В.Ф., Круковский О.Н., Ахунбаев А.А. Сушка высоковлажных тонкодисперсных материалов // Минский международный форум «Тепломассообмен в химико-технологических устройствах» Тез. докл. – Минск, 1992. – С. 83.
2. Schlünder E.U. Fortschritte in den wissenschaftlichen Grundlagen zur Auslegung von Kontakt Trocknern für grob- und feinkörniges, rieselfähiges Trocknungsgut // Chemie Ingenieur Technik. – 1983. – Т. 55. – №. 12. – С. 940-949.
3. Сомов А.М. Термобработка дисперсных материалов в барабанно-центробежной сушилке: Дис.... Канд. Техн. Наук / ЛТИ им. Ленсовета. – Л., 1980, - 190 с.
4. Кафаров В.В., Перов В.Л., Мешалкин В.П. Принципы математического моделирования химико-технологических систем. – М.: Химия, 1974. – 344 с.
5. Тожиев Р.Ж., Ахунбаев А.А. Миршарипов Р.Х. Сушка тонкодисперсных материалов в безуносной роторно-барабанном аппарате // Научно-технический журнал ФерПИ, – Фергана, 2018. – № 2. – с. 116-119.
6. Ахунбаев А.А. Миршарипов Р.Х. Абдуллаева М.А. Исследование гидродинамики роторной сушилки с быстровращающимся ротором // Научно-технический журнал ТАДИ, – Ташкент, 2018. – № 2. – с. 79-82.
7. Тожиев Р.Ж., Ахунбаев А.А. Миршарипов Р.Х. Оптимизация конструкции сушильного барабана на основе системного анализа процесса // Universum: технические науки. – 2020. – №. 11-1 (80).

**РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕГО, ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА
ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕСУРСА РАБОЧИХ ОРГАНОВ СО СФЕРИЧЕСКИМ ДИСКОМ*****Ишмурадов Шухрат Улуғбердиевич***

*PhD, ст. преподаватель,
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ishmukhammedovich@mail.ru*

Худойбердиев Муҳаммад Солиҳ Авлоқул ўғли

*ассистент
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Гафуров Диёр Рустам ўғли

*студент
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**DEVELOPMENT OF A RESOURCE-SAVING, EFFECTIVE METHOD FOR RESTORING
THE RESOURCE OF WORKING BODIES WITH A SPHERICAL DISK*****Shukhrat Ishmuradov***

*PhD, senior lecturer
at the Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

Khudoiberdiev Muhammad Salih Avloqul ugli

*Assistant
at the Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

Diyor Gafurov

*Student
of Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В настоящее время несколько моделей сельхозтехники для обработки почвы завозятся из-за рубежа. Одна из таких почвообрабатывающих машин - дисковая борона. Сегодня при использовании сферических дисковых рабочих органов разных типов и разных размеров дисковых борон в зависимости от почвенно-климатических условий их часто поедают. В данной статье представлен анализ эрозии, вызванной использованием этих дисковых борон в различных условиях и трением почвы дисками, а также разработка экономичного, эффективного фермерского метода их восстановления.

ABSTRACT

Currently, several models of agricultural machinery for tillage are imported from abroad. One of these tillage machines is a disc harrow. Today, when using spherical disk working bodies of different types and different sizes of disk harrows, depending on soil and climatic conditions, they are often eaten. This article presents an analysis of the erosion caused by the use of these disk harrows in various conditions and the friction of the soil with disks, as well as the development of an economical, efficient farming method for their restoration.

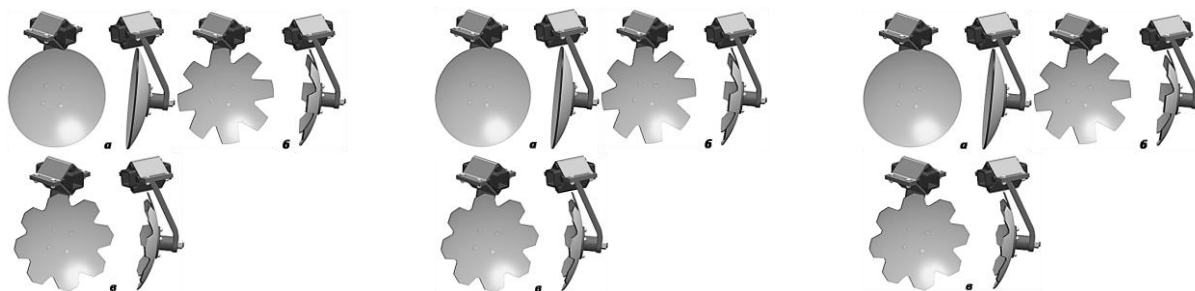
Ключевые слова: обработка почвы, дисковая борона, сферический диск, прочность, износостойкость, трение.
Keywords: tillage, disc harrow, spherical disc, strength, wear resistance, friction.

Одной из текущих проблем в хлопковых и зерновых кластерах и фермерских хозяйствах является производство запасных частей для импортозамещающих рабочих мест, ориентированных на экспорт, с использованием импортного сырья для восстановления готовых рабочих органов с использованием импортного местного сырья.

В предпосевной обработке почвы для выращивания основных и второстепенных сельскохозяйственных культур в нашей стране используются почвообрабатывающие машины типа БДТМ-3П - 03А, АГ-1,8-20 (Россия), Грегуар Бессон (Франция), Грегуар Бессон (Франция) и др. Kverneland »(США), «Ruben» (Германия), «Nardi» и «Maschio Gaspardo» (Италия), «Lemken» (Германия), «Agromaster» (Турция). В зависимости от типа дисковые бури делятся

на легкие и тяжелые. Применяется для обработки почвы или непахотных полей глубиной до 10 см легкими дисковыми боронами, а также в садоводстве для обработки почвы между рядами сада. С другой стороны, тяжелые дисковые бороны обрабатываются на глубину до 20 см и используются на открытых полях [2, 3].

Рабочий орган дисковых борон сферический, изготовлен из стали 65 Г, диаметры дисков 450, 510, 610 и 660 мм. Он оснащен сферическими, желобчатыми (рамашка), желобчатыми (трапециевидными) сферическими дисковыми рабочими органами, которые перемешивают и измельчают крупные комья и растительные остатки, образующиеся в почве [3].



а – сферический диск; б – сферический диск с канавкой (трапеция) ; в – сферический диск с канавкой (рамашка).

Рисунок 1. Общий вид рабочих органов дисковых борон

Применение дисковых борон при подготовке полей влажностью 18-20%, свободных от зерна, при выращивании основных и второстепенных культур в сельском хозяйстве республики является экономичным, эффективным методом. Потому что при использовании дисковых борон их производительность высока, а поле качественно подготовлено. В сельском хозяйстве правильное и качественное использование сельскохозяйственных культур в поле при своевременном соблюдении агротехнических мероприятий приведет к повышению урожайности.

При обработке земель упомянутыми дисковыми боронами важно учитывать следующие агротехнические требования:

1. Глубина обработки почвы 10-18 см.
2. Среднеквадратичное отклонение глубины обработки почвы ± 3 см.
3. Размер слоя, на котором обрабатываются земли, должен составлять не менее 80% от количества фракций менее 50 мм.
4. Средняя высота неровностей, образующихся на поверхности поля, должна быть не более 5 см.

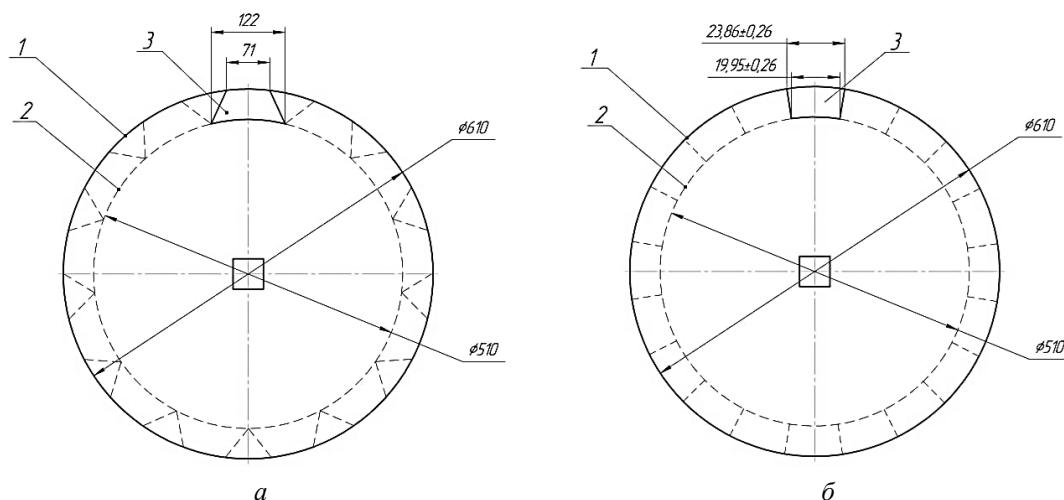
Для обеспечения полного соответствия агротехническим требованиям к машинам для подготовки земли следует выровнять обрабатываемую почву, предварительно выровнять края полей, неровности проезжей части, канавы для солевой промывки и подачи яковой воды, а также получившийся пол. Кроме того, поверхность поля следует очистить от сорняков и растительных остатков.

В настоящее время гораздо проще достичь ожидаемых результатов, если при обработке почвы

дисковыми рабочими органами соблюдаются указанные агротехнические требования. Одна из самых частых неисправностей при обработке почвы дисковыми боронами - это эрозия боронных дисков и выход из строя подшипников. В связи с тем, что дисковые бороны находятся в постоянном трении с землей, по прошествии определенного времени диски изнашиваются и рабочий ресурс исчерпывается и, как следствие, не соответствует агротехническим требованиям. Износ дисков вызван рабочими органами, поэтому изношенные диски необходимо ремонтировать.

Сегодня научные сотрудники Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, факультета машиностроения, кафедры «Технологии оказания услуг», проводят ряд исследований по восстановлению исчерпанных ресурсов дисковых рабочих органов. Дисковые бороны разработали эффективные, ресурсосберегающие методы фермерам для восстановления изношенных, истощенных, непригодных для использования дисков в установленных дисковых рабочих органах.

Исследования показали, что дисковые рабочие органы диаметром 610 мм, установленные на дисковых боронах, подверглись изнашиванию до 510 мм в результате их использования, проводятся исследования по восстановлению их ресурса путем отрезания необходимых деталей и использования прививочных или болтовых соединений при использовании металлических дисков, пришедших в негодность с такими же или подобными свойствами.



1-размер органов работы со сферическим диском, ресурс которого не исчерпан; 2- размер органов работы со сферическим диском, ресурс которого исчерпан; 3- комплементарная часть изношенной части органов сферической работы.

Рисунок 2. Резная ромашка сферическая (а) и диск сферический (б) схема восстановления ресурса рабочих органов

Как видно из рисунков выше, дисковые бороны работают, тряся о землю, они разьедаются, и их диаметр становится меньше. Кроме того, разработанные детали крепятся к дискам сваркой или болтовым соединением, восстанавливая ресурс дисков. С помощью этого метода ведутся исследования по восстановлению ресурса дисков двух типов: сферических и рифленых.

Вывод

Дисковые бороны, разработанные в стране и за рубежом, оснащены сферическим дисковым рабочим

органом, который широко применяется при возделывании сельскохозяйственных культур. Однако при использовании дисковых борон из-за трения дисковых рабочих органов о землю их режущие поверхности изнашиваются и уменьшаются в размерах с 610 мм до 510 мм, т.е. приходят в негодность. Использование эффективных и рентабельных методов восстановления своих ресурсов позволяет значительно снизить затраты по сравнению с переработкой восстановленных дисков.

Список литературы:

1. Лысыч М.Н. Анализ конструкций дисковых рабочих органов почвообрабатывающих орудий и возможностей их применения в условиях лесных вырубок // современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.
2. Тўхтақўзиев А., Эргашев М.М. Комбинациялашган дискли борона // Фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси қишлоқ хўжалиги самардорлигини муҳим омили: Республика илмий-амалий конференцияси мақолалар тўплами.– Самарқанд: СамҚХИ, 2013.–Б. 145-147.
3. Тўхтақўзиев А., Эргашев М.М. Комбинациялашган дискли борона // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. Тошкент, 2017. - №8. – Б. 29-30.

ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНОЙ ЗАПЫЛЕННОСТИ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ РЕСУРС ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Ишмуратов Хикмат Кахарович

*PhD, доцент,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: x.ishmuratov@mail.ru*

Мирхomidов Нодиржон Исроил угли

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

EVALUATION OF THE LIMIT DUST AMBIENT AIR CONNECTION PROVIDING THE LIFE OF THE GEAR

Khikmat Ishmuratov

*PhD, docent, Tashkent state technical university
Uzbekistan, Tashkent*

Nodirjon Mirxamidov

*Master student, Tashkent state technical university
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье представлено изменения ресурса зубчатых колес в зависимости от геометрических и кинематических параметров зубчатой передачи и механические свойства материала.

ABSTRACT

The article presents changes in the resource of gears depending on the geometric and kinematic parameters of the gear and the mechanical properties of the material.

Ключевые слова: износ, абразивных частиц, трение, запыленность, ресурс, окружающей среды, проскальзывания.

Keywords: wear, abrasive particles, friction, dustiness, resource, environment, slippage.

В зависимости от геометрических и кинематических параметров зубчатой передачи и механические свойства материала зубчатых колес, предельная допустимая запыленность окружающей среды, обеспечивающей ресурс зубчатых колес могут изменяться в широких пределах. Предельно-допустимая запыленность воздуха зубчатого колеса определяется по скорости изнашивания зубьев ведомого колеса открытой зубчатой передачи с участием абразивных частиц:

$$\gamma_{a(\text{ш,к})} = \frac{20,4 \cdot k_a^{1/2} \cdot \varepsilon_b^{1/2} \cdot m^{3/2} \cdot \sigma_a^2 \cdot \Gamma_k \cdot d_{cp}^{1/2} \cdot n_k \cdot (z_k - 1) \cdot \psi_2}{H_k^2 \cdot n_{p(k)} \cdot \gamma_a^{1/2} \cdot z_k \cdot z_{ш} \cdot L \cdot i}$$

Решив данное выражение в допустимых пределах скорости изнашивания зубьев, получена зависимость, позволяющая рассчитать предельно-допустимой запыленности окружающей среды.

Тогда выражение для расчета предельно-допустимой запыленности окружающей среды ведомого зубчатого колеса равно,

$$[\varepsilon_g] = \frac{[\gamma_{ак}^2] \cdot H_k^4 \cdot n_{pk}^2 \cdot \gamma_a \cdot z_k^2 \cdot z_{ш}^2 \cdot L^2 \cdot i^2}{4,52 \cdot k_a \cdot m^3 \cdot \sigma_a^4 \cdot \Gamma_k^2 \cdot d_{cp}^2 \cdot n_k^2 \cdot (z_k - k)^2 \cdot \psi_2^2} \quad (1)$$

Коэффициент относительного проскальзывания зубьев шестерен, когда происходит зацепление между вершиной головки зубьев ведомого зубчатого колеса и ножки зубьев шестерни равно,

$$\psi_2 = \sqrt{z_{ш}^2 \cdot \sin^2 \alpha + 4 \cdot k \cdot z_{ш} - 4 \cdot k^2} - z_{ш} \cdot \sin \alpha. \quad (2)$$

Предельное значение скорости изнашивания зубьев определяется по предельному износу зубьев по толщине, значение которого согласно рекомендациям ГОСНИТИ прилагается принимать в пределах 20-25% от шага зубчатого зацепления. В данном

случае, для решения этой задачи предельный износ зубьев по толщине колеса принято 20% от шага зацепления. Тогда значение предельного износа зубьев ведомого зубчатого колеса по толщине зуба равен,

$$[U_n] = 0,2 \frac{\pi \cdot m}{2} \quad (3)$$

Скорость изнашивания зубьев ведомого зубчатого колеса с модулем зацепления $m=3$ мм, определенной по принятому предельному износу зубьев зубчатого колеса составляет,

$$[\gamma_{ак}] = 0,1 \cdot \frac{\pi \cdot m}{T_g} = \frac{3,14 \cdot 0,1 \cdot 0,0003}{500} = 0,0000001884 \text{ м/час}$$

Для решения задачи по определению предельно допустимой запыленности, из-за незначительного значения скорости изнашивания зубьев без участия абразивных частиц по сравнению скорости изнашивания с участием абразивных частиц, значение скорости изнашивания зубьев без участия абразивных частиц, в расчете предельной запыленности не было учтено. Тогда предельная запыленность окружающей среды, обеспечивающих износостойкость и ресурс зубчатого колеса будет,

$$[\varepsilon_g] = \frac{[\gamma_{ак}]^2 \cdot H_k^4 \cdot n_{рк}^2 \cdot \gamma_a \cdot z_k^2 \cdot z_{ш}^2 \cdot L^2 \cdot i^2}{4,52 \cdot k_a \cdot m^3 \cdot \sigma_a^4 \cdot \Gamma_k^2 \cdot d_{cp} \cdot n_k^2 \cdot (z_k - k)^2 \cdot \psi_2^2} \quad (4)$$

Таким образом, по полученному выражению для определения предельной запыленности окружающей

среды, открытой зубчатой передачи, можно сделать следующие выводы. Повышение твердости, длины зуба, числа зубьев шестерни ведомого зубчатого колеса и передаточного отношения открытой зубчатой передачи приводит к повышению предельно-допустимой концентрации абразивных частиц. Твердость материала зубчатого колеса от предельно-допустимой запыленности воздуха изменяется по закономерности четвертой степени; от длины зуба, количество зубьев ведомой шестерни и от передаточного отношения зубчатой передачи по второй степени.

С повышением модуля зацепления открытой зубчатой передачи, средний размер абразивных частиц в воздухе, частота вращения ведомого зубчатого колеса запыленность окружающей среды по мере работы снижается: от среднего размера абразивных частиц по закономерности обратной пропорциональности, от частоты вращения ведомого зубчатого колеса по закономерности второй степени.

На рис. 1. показано изменение предельно-допустимой концентрации абразивных частиц ведомого зубчатого колеса в зависимости от размера абразивных частиц.

Численный расчет предельно допустимой запыленности окружающей среды, ведомого зубчатого колеса, проводились при следующих исходных данных: $d_{cp} = 0,00002$ м; $\sigma_a = 50$ МПа; $i = 0,133$; $L = 0,035$ м; $k = 0,45$; $\psi_2 = 5,322$; $[\gamma_{ак}] = 0,0000001884$ м/час; $n_k = 25$ об/с; $m = 0,003$ м; $z_{ш} = 90$; $z_k = 12$; $\gamma_a = 2,2$ г/см³; для стали 40Х: $\Gamma_k = 1,984$; $H_k = 600$ МПа; $n_{рк} = 14,929$; для стали 65Г: $\Gamma_k = 1,968$; $H_k = 610$ МПа; $n_{рк} = 19,953$ для стали 65Г.

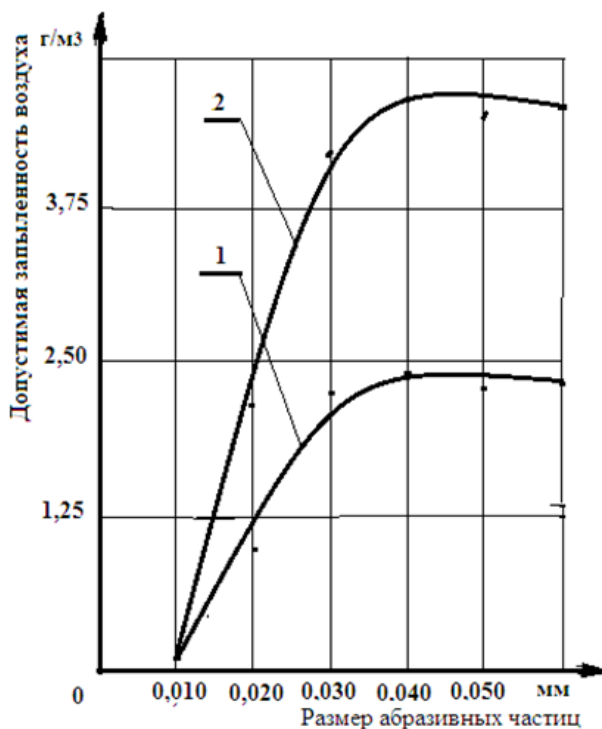


Рисунок 1. Изменение предельно-допустимой концентрации абразивных частиц ведомого зубчатого колеса в зависимости от размера абразивных частиц: 1 – сталь 40Х; 2 – сталь 65Г

На рис.1 и в табл.1 приведены результаты расчета предельно – допустимой запыленности окружающей среды, ведомого зубчатого колеса в зависимости от среднего размера абразивных частиц, участвующих в процессе изнашивания.

Согласно данным табл.1 и рис.1, увеличение размера абразивных частиц приводит к повышению предельно-допустимой запыленности абразивных частиц, обеспечивающих износостойкости зубьев. Это связано с тем, что мелкие абразивные частицы могут находиться в воздухе в взвешенном положении делительное время, чем более крупные абразивные

частицы. Крупные по размеру абразивные частицы из-за высокой массы, быстрее оседают на поверхность. Предельно допустимая запыленность окружающей среды, влияющих на износостойкость зубьев зависит от механического свойства материала зубчатого колеса. Так, ведомое колесо, изготовленное из стали 65Г твердостью 610 МПа и коэффициентом относительного удлинения 10%, по сравнению с ведомым зубчатым колесом изготовленной из стали 40Х с твердостью 600 МПа и коэффициентом относительного удлинения 8% имеет более 1,94 раза высокой предельно-допустимой запыленностью.

Таблица 1.

Изменение предельно - допустимой запыленности окружающей среды зоны работы ведомого зубчатого колеса съемника хлопкоуборочного аппарата в зависимости от среднего размера абразивных частиц, участвующих в процессе изнашивания

Средний размер абразивных частиц, м	Прочность абразивной частицы на сжатие, МПа	Предельно - допустимая запыленность окружающей среды, г/м ³	
		Стали 40Х	Стали 65 Г
0,00001	130	0,043	0,084
0,00002	50	0,984	1,910
0,00003	27	2,250	4,367
0,00004	23	2,325	4,513
0,00005	21	2,231	4,331
0,00006	19	2,271	4,409

Список литературы:

1. Барский И.Б. Конструирование и расчет тракторов. М.: Машиностроение, 1980. 335 с.2. Иванов М.Н. Детали машин. -М.: Высшая школа. 1976. - 399 с.
2. Ишмуратов Х.К. Теоретическое обоснование ресурса зубчатых передач хлопкоуборочных машин по критерию износа. Диссертация ученой степени Доктора философии по техническим наукам (PhD). Ташкент, 2019.- 156 с.
3. Ишмуратов Х.К. Износостойкость зубьев шестерен, при качении без участия в процессе изнашивания абразивных частиц // Международной научно-практической конференции «Автомобиле-и тракторостроение». – Минск, 2019. С. 16-20.
4. Икрамов У.А., Иргашев А., Махкамов К.Х. Расчетная модель для оценки износостойкости зубчатых передач по концентрациям продуктов износа в масле // Ж. Трение и износ. 2003. Том 24, N 6. С. 620-625.
5. Иргашев А. Методологические основы повышения износостойкости шестерен тихоходных тяжело нагруженных зубчатых передач агрегатов машин. Дис. док. техн. наук. Ташкент, 2005.

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ
НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ*****Сайфуллаева Гулхайё Ихтиёровна****базовый докторант,
ГУП “Фан ва тараққиёт”,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент****Негматов Сайибжан Садыкович****Академик АН Республики Узбекистан, д-р. техн. наук, профессор,
ГУП “Фан ва тараққиёт”, Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент****Абед Нодира Сайибжановна****д-р. техн. наук, профессор, председатель ГУП “Фан ва тараққиёт”,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент****Негматова Комила Сайибжановна****д-р. техн. наук, профессор, ГУП “Фан ва тараққиёт”,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент****Камалова Дилнавоз Ихтиёровна****PhD по техническим наукам,
доц. кафедры “Методика преподавания физики и астрономии”,
Навоийский государственный педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Навои,
E-mail: kamalova.di@mail.ru***RESEARCH OF ELECTRICALLY CONDUCTIVE COMPOSITE
THERMOREACTIVE POLYMER MATERIALS AND COATINGS ON THEIR BASIS
FOR TRIBOTECHNICAL PURPOSE*****Gulkhayo Sayfullaeva****Basic doctoral student, SUE “Fan va tarakkiiyot”,
Tashkent state technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent****Sayibjan Negmatov****Academician of the AS RepUz, doctor of technical sciences, professor,
SUE “Fan va tarakkiiyot”, Tashkent state technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent****Nodira Abed****Doctor of technical sciences, professor, Chairman of the SUE “Fan va tarakkiiyot”,
Tashkent state technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Komila Negmatova*Doctor of technical sciences, professor, SUE "Fan va tarakkilot",
Tashkent state technical university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Dilnavoz Kamalova***PhD in technical sciences,
associate professor of the department "Methods of teaching physics and astronomy",
Navoi state pedagogical institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается исследование электропроводящих и теплостойких композиционных терморезактивных полимерных материалов и покрытий на их основе для триботехнического назначения. А также, приведены результаты исследований в области разработки электропроводящих и антифрикционно-прочностные терморезактивных материалов композиционных покрытий из них.

ABSTRACT

This article examines the study of the of electrically conductive and heat-resistant composite thermosetting polymer materials and coatings based on them for tribotechnical purposes. And also, the results of research in the field of development of electrically conductive and antifriction-strength thermosetting materials of composite coatings from them are presented.

Ключевые слова: композиционные материалы, композиционные покрытия, наполнитель, электропроводящий, теплостойкий, антифрикционный.

Keywords: composite materials, composite coatings, filler, electrically conductive, heat-resistant, antifrictional.

Введение. На сегодняшний день в мире полимерные материалы широко применяются во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства. Полимерные материалы, наносимые в виде тонких пленок на металлические поверхности, выдерживают большие нагрузки, обеспечивают лучший отвод тепла и в меньшей степени, чем литые полимерных детали, подвержены изменению размеров. В последние годы наблюдается повышенный интерес к использованию тонкослойных полимерных покрытий металлов и других материалов в машиностроении, приборостроении, химической, пищевой, электротехнической промышленности, в строительстве и других областях народного хозяйства. Это вызвано тем, что покрытия обеспечивают удачное сочетание свойств металла и полимерных материалов. Кроме того, благодаря широкому ассортименту последних и их сравнительно легкой модификации удается придать поверхности металла необходимые специфические свойства.

Однако, обладая такими достоинствами как коррозионная стойкость, атмосферостойкость, износостойкость, антифрикционные, диэлектрические и демпфирующие свойства они уступают металлам и механической прочности, жесткости, теплопроводности, теплостойкости и т. д. Основными недостатками полимеров, затрудняющими их использование в чистом виде машиностроительных и конструкционных материалов и изделиях деталях, машин и механизмов, являются коэффициент теплового расширения, низкой прочности, малые теплопроводность и теплостойкость, гигроскопичность, а также некоторое непостоянство свойств, вызванное гигроскопичностью и большим коэффициентом теплового расширения.

На сегодняшний день в мире разработка терморезактивных полимерных композиций с низкой себестоимостью и технология получения покрытий машиностроительного назначения с высокими электро-теплофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами **является важной актуальной проблемой.**

Наиболее эффективным способом применения полимерных материалов является комбинированное использование их металлами в виде металлополимерных систем, то есть тонкослойных полимерных покрытий на металлах. Такое сочетание позволяет получать изделия и конструкции, обладающие высокими качествами и достоинствами обоих материалов, металлах или на изделиях из неметаллических материалов. Благодаря применению полимерных покрытий в изделиях и деталях машин и механизмов можно сэкономить сотни тонн дорогостоящих дефицитных металлов; нержавеющей и луженой стали, бронзы, свинца, никеля, баббита и других, заменяя их более дешевыми и недефицитными пленками.

Целью исследования является разработка эффективных терморезактивных полимерных композиций и технология получения покрытий на их основе с высокими электро-теплофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами, с низкой себестоимостью, для применения в трущихся деталях машиностроительного назначения, позволяющее существенно сократить их импорт. Из таблицы 1 можно увидеть то, что удельные электрические поверхностное сопротивление железного порошка выше, чем у сажи, графита и меньше, чем у алюминиевой пудры. И только при высоких наполнениях полимерных покрытий железным порошком наблюдается резкое снижение поверхностного сопротивление.

Очевидно это объясняет тем, что при одном и том же содержании наполнителя в объеме полимерного покрытия образуется неодинаковое объемное распределение частиц наполнителя за счет различия их электрическое сопротивление. Так при содержании наполнителя до 5 масс.ч. железного порошка, их распределение наблюдается в виде отдельных не связанных между собой частиц. При дальнейшем увеличении содержания наполнителя очевидно образуется пространственная цепочечная структура [1, с. 162] и электрическое сопротивление снижается при поверхности, так и по объему покрытия. Вследствие высокого удельного веса железного порошка, его распределение по объему полимер происходит неравномерно. Так в композициях на основе ЭД-16, ФАЭД-20 и ФАЭИС-30 в процессе их отверждения железный порошок оседает и в слое полимера вблизи подложки образуется цепочечная структура, а около поверхности трения железный порошок распределен в виде отдельных частиц. Такое распределение частиц железного порошка приводит к тому, что электрическое сопротивление полимерных покрытий значительно снижается лишь при высоких наполнениях. Природа полимерных материалов также

оказывает влияние на распределение частиц наполнителя в объеме полимерного покрытия. Так у менее фурано-эпоксид-сланцевых покрытий наблюдается более равномерное распределение частиц наполнителей, за исключением железного порошка. Это приводит к более значительному снижению электрического сопротивления ФАЭД-20 и ФАЭИС-30 по сравнению с ЭД-16 [2: с.46].

Анализ результатов исследований показывает, что наряду с уменьшением электрического сопротивления указанных полимерных покрытий при введении электропроводящих наполнителей прочностные и антифрикционные свойства полимерных покрытий ухудшаются, и кроме того, такие наполнители как сажа и алюминиевая пудра окрашивают и загрязняют хлопок-сырца. В соответствии с этим было рассмотрено влияние на электризацию бинарных наполнителей. Были исследованы композиции с бинарными наполнителями: каолин-сажа; тальк-сажа; каолин-графит; тальк-графит; железный порошок-каолин.

Электростатические и антифрикционно-прочностные свойства примере терморезистивных эпоксидных композиций представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Электрофизические и прочностные свойства полимерных композиций с бинарным наполнителем

№	Полимерная композиция	Содержания наполнителя м.ч.	ρ_v ом·см	ρ_s Ом	Нм, МПа	f	$6 \cdot 10^5$ Кл/м ²
1	ЭД-16 Каолин Сажа	100 10 15	$5.6 \cdot 10^7$	$9.9 \cdot 10^7$	223	0.347	10.2
2	ЭД-16 Каолин Сажа	100 20 15	$9.6 \cdot 10^7$	$1.8 \cdot 10^8$	218	0.338	13.4
3	ЭД-16 Каолин Сажа	100 40 15	$1.1 \cdot 10^8$	$3.8 \cdot 10^8$	212	0.321	16.2
4	ЭД-16 Каолин Графит	100 20 30	$9.8 \cdot 10^6$	$0.3 \cdot 10^7$	188	0.247	2.6
5	ЭД-16 Каолин Графит	100 30 20	$0.21 \cdot 10^9$	$0.98 \cdot 10^9$	196	0.273	9.8
6	ЭД-16 Каолин Графит	100 40 10	$9.1 \cdot 10^8$	$1.9 \cdot 10^9$	214	0.284	16.6
7	ЭД-16 Тальк Сажа	100 20 30	$8.3 \cdot 10^6$	$1.1 \cdot 10^7$	208	0.393	8.6
8	ЭД-16 Тальк Сажа	100 30 20	$6.1 \cdot 10^7$	$8.6 \cdot 10^7$	202	0.378	10.6
9	ЭД-16 Тальк Сажа	100 40 10	$4.1 \cdot 10^8$	$7.4 \cdot 10^8$	195	0.362	17.3
10	ЭД-16 Тальк Графит	100 20 30	$7.9 \cdot 10^7$	$9.6 \cdot 10^7$	217	0.358	13.2

№	Полимерная композиция	Содержания наполнителя м.ч.	ρ_v ом·см	ρ_s Ом	Нм, МПа	f	$6 \cdot 10^5$ Кл/м ²
11	ЭД-16 Тальк Графит	100 30 20	$8.8 \cdot 10^8$	$1.8 \cdot 10^9$	214	0.341	16.3
12	ЭД-16 Тальк Графит	100 40 10	$3.8 \cdot 10^9$	$9.7 \cdot 10^9$	210	0.342	18.6
13	ЭД-16 Железный порошок Каолин	100 125 25	$8.6 \cdot 10^{10}$	$1.2 \cdot 10^{11}$	224	0.271	8.6
14	ЭД-16 Железный порошок Каолин	100 150 20	$2.3 \cdot 10^7$	$6.8 \cdot 10^7$	232	0.422	3.9
15	ЭД-16 Железный порошок Каолин	100 100 30	$7.6 \cdot 10^{10}$	$2.2 \cdot 10^{11}$	216	0.341	9.1

На таблице приведены электрофизические и антифрикционно-прочностные свойства разрабатываемых композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов [3, с. 72].

Таблица 2.

Электрофизические и антифрикционно-прочностные свойства композиционных, термореактивных, фурано-эпоксидных материалов

№	Полимерная композиция	Содержания наполнителя м.ч.	ρ_v ом·см	ρ_s Ом	Нм, МПа	f	$6 \cdot 10^5$ Кл/м ²
1	ФАЭД-20 Железный порошок Каолин	100 130 40	$3.6 \cdot 10^9$	$7.3 \cdot 10^9$	178	0.392	10.1
2	ФАЭД-20 Железный порошок Каолин	100 170 30	$4.5 \cdot 10^8$	$9.1 \cdot 10^8$	183	0.403	6.6
3	ФАЭД-20 Железный порошок Каолин	100 200 25	$2.1 \cdot 10^7$	$9.4 \cdot 10^7$	186	0.416	3.4
4	ФАЭД-20 Тальк Графит	100 20 30	$2.8 \cdot 10^8$	$6.4 \cdot 10^8$	169	13.9	-
5	ФАЭД-20 Тальк Графит	100 30 20	$3.6 \cdot 10^9$	$8.9 \cdot 10^9$	171	0.418	16.4
6	ФАЭД-20 Тальк Графит	100 40 10	$4.6 \cdot 10^9$	$1.2 \cdot 10^{10}$	173	0.421	19.2
7	ФАЭД-20 Тальк Сажа	100 20 30	$7.4 \cdot 10^7$	$2.7 \cdot 10^8$	177	0.405	9.2
8	ФАЭД-20 Тальк Сажа	100 30 20	$9.3 \cdot 10^8$	$1.6 \cdot 10^9$	179	0.413	12.3
9	ФАЭД-20	100	$1.6 \cdot 10^9$	$6.3 \cdot 10^9$	181	0.420	18.1

№	Полимерная композиция	Содержания наполнителя м.ч.	ρ_v ом·см	ρ_s Ом	Нм, МПа	f	$6 \cdot 10^5$ Кл/м ²
	Тальк Сажа	40 10					
10	ФАЭД-20 Каолин Графит	100 40 10	$7.7 \cdot 10^9$	$9.4 \cdot 10^9$	175	0.356	18.6
11	ФАЭД-20 Каолин Графит	100 30 20	$2.3 \cdot 10^9$	$2.4 \cdot 10^9$	174	0.421	9.2
12	ФАЭД-20 Каолин Графит	100 20 30	$1.7 \cdot 10^9$	$2.4 \cdot 10^9$	169	0.421	8.9
13	ФАЭД-20 Каолин Сажа	100 10 15	$2.1 \cdot 10^8$	$7.8 \cdot 10^8$	167	0.341	14.3
14	ФАЭД-20 Каолин Сажа	100 20 15	$8.6 \cdot 10^8$	$1.1 \cdot 10^9$	169	0.327	15.6
15	ФАЭД-20 Каолин Сажа	100 40 15	$1.2 \cdot 10^9$	$4.9 \cdot 10^9$	171	0.251	17.7

Из таблиц видно, что применение бинарных наполнителей существенно улучшает прочностные свойства покрытий и приводит к снижению электрических сопротивлений. При этом видно, что композиции каолин-графит и железный порошок- каолин имеют наилучшие антифрикционные свойства, при достаточно низкой электрической сопротивляемости что можно объяснить более высокой микро твердостью покрытий. Кроме того, частицы каолина покрываются большим количеством частиц, являющихся продуктами термодеструкции. Присутствие второго наполнителя, наряду с покрытиями частицами каолина способствует образованию более монолитной системы лишенной поверхности раздела фаз. В результате этого происходит образование более густой пространственной сетки в полимерной композиции. Более эффективное влияние бинарных наполнителей, по сравнению с системами с одним наполнителем, можно связать также с большим сродством к полимерам, чем в отдельности каждый наполнитель.

Список литературы:

1. Sayibjan Negmatov, Olim Eshkobilov, Nodira Abed, Komila Negmatova, Giyas Gulamov, Shukhrat Bozorboev, Sherzod Eminov, Mukhiba Babakhanova, Vasila Tulaganova Theoretical basics of contact interaction of machinery antifriction composite polymer materials with fibrous mass (raw cotton). Advanced Materials Research. Switzerland. 2018. 160-166 pp.
2. Негматова Н.С., Негматова К.С. и др. «Методы определения электрофизических свойств композиционных материалов». Методическое пособие. ГУП «Фан ва тараккиёт». Ташкент. 2011. 46 стр.
3. Абед Н.С., Негматов С.С. и др. «Зависимость антифрикционных свойств композиционных материалов и покрытий при взаимодействии с хлопком-сырцом от вида и природы наполнителя». Новые композиционные и нано-композиционные материалы: структура, свойства и применение Материалы Республиканской научно-технической конференции. Ташкент. 2018. 5-6 апреля. 72-74 стр.

Заключение. Надо отметить то, что разработанные композиции удовлетворяют основным требованиям условий переработки хлопка-сырца, таким как минимальный электрические сопротивление, то есть высокой электропроводности и микротвердости, а также низкий коэффициент трения. Результаты исследований были использованы при разработке антифрикционно-износостойких композиционных терморезистивных полимерных материалов с использованием органоминеральных наполнителей на основе местного сырья получены следующие научные результаты:

- разработанные трущихся детали из композиционных терморезистивных полимерных материалов были использованы в предприятиях хлопкового завода.
- детали из антифрикционно-износостойких композиционных материалов испытаны на Пискентском хлопкоочистительном заводе. В результате данное испытание даёт возможность повысить производительность и снизить расход электроэнергии машин и механизмов для переработке хлопкоочистительного завода.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ РАДИАЦИОННО – ОБРАБОТАННЫХ НАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ γ - ЛУЧАМИ

Тожибоев Бегижон Мамитжонович

канд. техн. наук, доцент
Андижанского машиностроительного института,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: keenjon7@gmail.com

Икрамов Нурилло Авазбекович

канд. техн. наук, доцент
Андижанского машиностроительного института,
Республика Узбекистан, г. Андижан

STUDY OF THE PROPERTIES OF RADIATION-TREATED FILLED COMPOSITE POLYMER COATINGS WITH γ – RAYS

Begijon Tojiboyev

Candidate of technical Sciences,
Associate Professor Andizhan machine-building institute,
Uzbekistan, Andizhan

Ikromov Nurillo Avazbekovich

Candidate of technical Sciences, associate Professor
Andizhan machine-building institute,
Uzbekistan, Andizhan

DOI: 10.32743/UniTech.2020.81.12-1.51-53

АННОТАЦИЯ

Разработка оптимальных технологических параметров обработки композиционных полимерных покрытий γ -лучами, обеспечивающих им высокие адгезионные, прочностные свойства и износостойкость, приводящих к повышению работоспособности и долговечности в абразивных условиях эксплуатации.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is the development of optimal technological parameters of processing of composite coatings γ -rays, providing them with high adhesive, strength properties and wear capability, leading to increased efficiency and durability in abrasive conditions.

Ключевые слова: полимерная композиция, наполнители, покрытия, структура, свойства, технология, адгезия, разрывная прочность, микротвердость, ударная прочность, радиация, γ -облучения.

Keywords: polymer composite, fillers, coatings, structure, properties, technology, adhesion, tensile strength, micro hardness, impact strength, radiation, γ -irradiation.

В настоящее время основной задачей Республики Узбекистан является ускорение научно-технического прогресса, переход на интенсивный путь развития, разработка импортозамещающего и экспортноориентированного сырья и материалов. В развитии экономики нашего государства большую роль играет производство полимерных материалов. Интенсивное социально – экономическое развитие полимерной промышленности Узбекистана обуславливает необходимость разработки новых или усовершенствования в плане ресурсо и энергосбережения существующих технологических процессов создания

новых или модификации физико-химическими методами известных полимерных и композиционных материалов, обладающих высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

В области создания и физико-химической модификации композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе в настоящее время выполнено многочисленное количество научно-исследовательских работ, разработаны композиционные полимерные материалы и покрытия, которые рекомендованы для применения в различных отраслях промышленности.

Однако, до настоящего времени вышеуказанные композиционные полимерные материалы и покрытия из-за низкой износостойкости не находят достаточного применения в машинах и механизмах, эксплуатирующихся в условиях абразивного изнашивания. Указанные свойства могут быть улучшены благодаря физической модификации композиционных покрытий, в частности методом радиационной обработки, которые изучены недостаточно и поэтому радиационная обработка полимерных и композиционных покрытий не получает широкого применения в производстве.

В связи этим проведение комплексного исследования влияния радиационной обработки композиционных полимерных материалов и покрытий γ – лучами, их влияние на физико-механические и эксплуатационные свойства и разработка оптимальных технологических параметров их радиационной обработки γ – лучами является актуальной проблемой.

Исследовано влияние радиационной модификации – облучением на физико – механические свойства полимерных и наполненных композиционных полимерных покрытий.

На основе анализа полученных результатов исследований определены наиболее оптимальные режимы обработки - лучами для обеспечения высоких физико – механических свойств и соответственно долговечности композиционных полимерных покрытий в различных условиях эксплуатации.

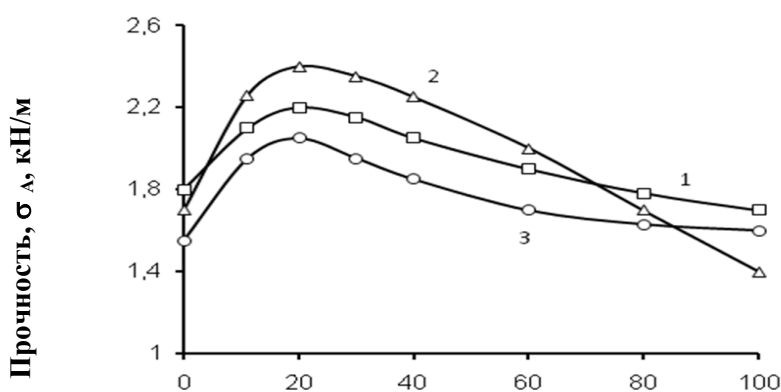
Сделана попытка установить взаимосвязь долговечности композиционных полимерных материалов с их физико – механическими свойствами и показана возможность целенаправленного регулирования этих характеристик посредством применения радиационной модификации гамма – лучами в зависимости от природы полимера и применяемых наполнителей.

Комплексный анализ полученных результатов исследования позволил нам выявить наиболее оптимальные виды и составы композиционных полимерных материалов, а также режимы радиационной модификации с целью повышения их работоспособности, долговечности и эффективности. При этом интегральная доза изменялась от 5 до 160 Мрад.

В данном разделе приводятся результаты исследований свойств пентопластовых композиционных полимерных покрытий, наполненных, в основном, ферромагнитным железным порошком, парамагнитным – графитом и диамагнитным – тальком (рис. 1-2). В композиции на основе ПНП – 20 масс. ч. железного порошка, а остальные наполнители вводили, соответственно, по 50 и 10 мас.ч.

Из рис. 1 – 2 видно, что введение наполнителей существенно влияет на свойства наполненных покрытий. При облучении наполнители в полимерной матрице, в зависимости от своей природы, а также строения и радиационной стойкости полимера, по разному влияют на абсолютные величины и кинетику изменения σ_A и Н.

Зависимость значения адгезионной прочности композиционных пентопластовых покрытий от дозы облучения показана на рис. 1. Как видно из рисунка, значение адгезионной прочности у всех исследованных композиционных пентопластовых покрытий, в зависимости от дозы облучения, имеет экстремальный характер. Оптимальные дозы облучения для покрытий, наполненных железным порошком и графитом, является 20-30 Мрад, для покрытий, наполненных тальком 10-20 Мрад. При этом значения адгезионной прочности у пентопластовых покрытий, наполненных графитом, железным порошком и тальком, увеличивается до 2,5, 2,3 и 2,1 кН/м соответственно.

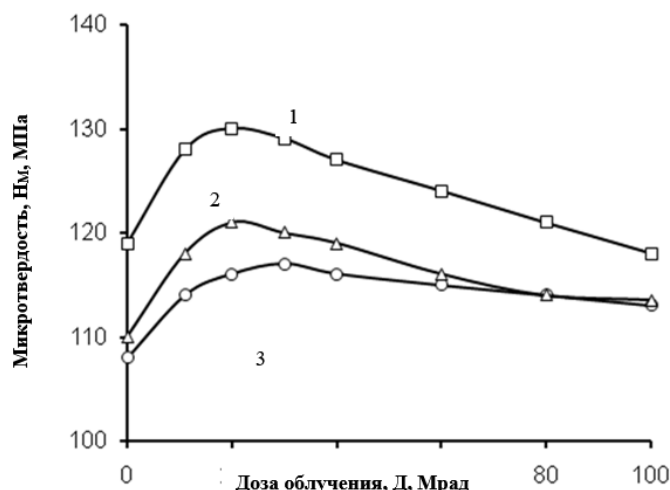


1 – железный порошок; 2 – графит; 3 – тальк

Рисунок 1. Зависимость адгезионной прочности наполненных пентопластовых покрытий от дозы облучения

Как видно из рис. 2, значения микротвердости композиционных пентопластовых покрытий, наполненных графитом, железным порошком и тальком, в зависимости от дозы облучения, также имеет экстремальный характер. Оптимальными дозами для пентопластовых покрытий, наполненных графитом,

железным порошком и тальком, является 10- 30 Мрад. При этом значении микротвердость исследованных пентопластовых покрытий, наполненных железным порошком, графитом и тальком, лежит в пределах 130, 121 и 118 МПа, соответственно.



1 – графит; 2 – железный порошок; 3 – тальк

Рисунок 2. Зависимость микротвердости наполненных пентопластовых покрытий от дозы облучения

Как видно из приведенных результатов исследований, радиационная модификация приводит к повышению физико – механических свойств у всех исследованных наполненных покрытий. Наполненные железным порошком и графитом у всех полимерных покрытий, подвергнутых радиационной обработке, дает большее повышение σ_d и H , чем наполненных тальком.

Выводы по исследованию

1. Определены механизмы влияния радиационной обработки на структуру наполненных полимерных покрытий.

2. Установлено, что изменения адгезионных и прочностных свойства облученных γ -лучами пентопластовых покрытий зависят от их природы и структуры. При этом радиационная обработка эффективно воздействует на покрытия, полученные на основе полимеров.

3. Показано, что физико – механические свойства радиационно – обработанных, как термопластичных полимерных покрытий, существенно зависят от значений дозы облучения. Как показали результаты исследований, значения свойств от дозы облучения имеют экстремальный характер. Показано, что при оптимальной дозе облучения γ – лучами

полимерных покрытий, значительно увеличиваются их адгезионные и прочностные свойства. Так, у пентопластовых покрытий с 1,4 до 2,45 кН/м, а их микротвердость с 94 до 134 МПа, соответственно.

4. Выявлено, что для каждого вида полимерного покрытия имеется оптимальная доза облучения, обеспечивающая улучшение физико – механических свойств покрытий и их долговечность за счет сшивания макромолекул полимера. Так, у пентопластовых покрытий оптимальное значение дозы γ – облучения находится в пределах 10-20 Мрад, соответственно. Необходимо отметить, что дальнейшее увеличение дозы γ – облучения, несмотря на то, что повышает разрывную прочность покровной плёнки, в то же время снижает адгезионную прочность и повышает внутренние напряжения в покрытии. В результате снижаются величины коэффициентов запаса по разрывной и адгезионной прочности и тем самым комплексные свойства покрытия ухудшаются.

5. Установлено, что оптимальное значение дозы γ – облучения у всех исследованных композиционных полимерных покрытий имеет тенденцию в сторону их увеличения, по сравнению с ненаполненными полимерными покрытиями. Так, для покрытий из пентопластовых композиций оптимальные дозы γ – облучения лежат в пределах композиций – 20-30 Мрад.

Список литературы:

1. Николаев А., Крыжановский В., Бурлов В. Технология полимерных материалов Издательство: Профессия, Твердый переплет, 2008. - 544 с.
2. Пахомов П.М. Основы полимерной химии. В 2-х частях. - Тверь, ТвГУ, 1991. – 324 с.
3. Гулямов Г. Машиностроительные детали из конструкционных полимерных материалов для рабочих органов хлопковых машин и механизмов // Журнал композиционные материалы. - Ташкент, 2008. - № 2. - С. 63-66.
4. Н.А. Икромов. Исследование влияния магнитного поля на физико-механические свойства композиционных полимерных покрытий. Россия. Вестник Курганского государственного университета № 3 2015, С. 96-99/

**ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ
ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИИ УЗБЕКИСТАНА В ОЦЕНКЕ ОТВАЛЬНЫХ ХВОСТОВ ФИЛЬТРАЦИИ
МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД**

Хакимов Камол Жураевич

ассистент,

Каршинский инженерно-экономический институт,

Республика Узбекистан, г. Карши

E-mail: <mailto:kamol.xakimov.89@mail.ru>

Каюмов Ойбек Азамат угли

ассистент,

Каршинский инженерно-экономический институт,

Республика Узбекистан, г. Карши

Эшонкулов Учкун Худойназар угли

ассистент,

Каршинский инженерно-экономический институт,

Республика Узбекистан, г. Карши

Соатов Бекзод Шокир угли

магистр,

Каршинский инженерно-экономический институт,

Республика Узбекистан, г. Карши

**MAN-MADE WASTE IS A PROMISING RAW MATERIAL FOR THE METALLURGY
OF UZBEKISTAN IN THE ASSESSMENT OF WASTE TAILINGS OF FILTRATION
OF COPPER-MOLYBDENUM ORES**

Kamol Hakimov

Assistant, Karshi engineering and economics institute,

Republic of Uzbekistan, Karshi

Oybek Kayumov

Assistant, Karshi engineering and economics institute,

Republic of Uzbekistan, Karshi

Uchqun Eshonqulov

Assistant, Karshi engineering and economics institute,

Republic of Uzbekistan, Karshi

Bekzod Soatov

Master of Karshi engineering and economics institute,

Republic of Uzbekistan, Karshi

АННОТАЦИЯ

В работе приведена характеристика техногенных отходов – перспективного сырья для металлургии Узбекистана в оценке отвальных хвостов фильтрации медно-молибденовых руд.

ABSTRACT

The paper presents man-made waste – a promising raw material for metallurgy of Uzbekistan in the assessment of waste tailings of filtration of copper-molybdenum ores.

Ключевые слова: минеральное сырье, переработка руд, горно-металлургический, геологоразведочные работы, малоотходная технология.

Keywords: mineral raw materials, ore processing, mining and metallurgical, geological exploration, low-waste technology.

Перспективным сырьем для развития металлургии Узбекистана могут служить такие техногенные отходы горнорудной промышленности, как:

- заскладированные забалансовые руды; вскрышные породы; минерализованные массы;
- промежуточные отходы процесса рудоподготовки и гидрометаллургии;
- отвальные хвосты процесса флотации и сорбции;
- шлаки процесса пирометаллургии и жидкие цианидсодержащие отходы.

Запасы цветных металлов, сконцентрированные в настоящее время в отвалах и хвостах хранилищ на ОАО «Алмалыкской ГМК», на НГМК могут служить дополнительным источником получения ценных цветных и благородных металлов.

В настоящее время на отвалах АГМК в результате многолетней переработки медных руд скопилось:

- в стволах добычи руды – более 140 млн т забалансовой руды;
- отвальные хвосты флотации в количестве более 1 млрд т с содержанием меди 0,17 %, которые содержат более 1750 тыс. т меди;
- медный клинкер цинкового завода в количестве 533 тыс. т с концентрацией меди 1,4 %, который содержит 7,45 тыс. т меди.

Сырьевыми базами НГМК будущих периодов по добыче золота могут служить:

- склады минерализованной массы рудников Мурунтау, Коктапаз, Даугыстау, Маржанбулак, Зармитан, Аджибугут, где накоплено 2,12 млрд т техногенного сырья с содержанием золота 0,22–0,35 г/т;
- отходы гидрометаллургической переработки руд в МЗИФ более 10 млн т с содержанием золота около 0,8 г/т;
- отходы цеха кучного выщелачивания золота ЦКВЗ в количестве 157 млн т с концентрацией золота 0,6 г/т;
- отвальные хвосты процесса сорбционного выщелачивания ГМЗ-2 и ГМЗ-3 в количестве 768,2 млн т с содержанием золота около 0,2 г/т. Отвальные хвосты медной обогатительной фабрики (МОФ).

В лабораторном масштабе проведены испытания по обогатимости хвостов различными методами:

- гравитационным с использованием отсадочной машины, винтового сепаратора, концентрационного стола;
- гидрометаллургическим применением прямого цианирования в среде цианистого натрия;
- флотационным.

Максимальное извлечение из хвостов полезных ископаемых достигнуто при флотационном обогащении лежалых хвостов. В результате ТЭО установлено, что такая переработка является экономически нерентабельной. Из полученных результатов необходимо сделать вывод, что технология переработки хвостов обогащения сульфидных медно-молибденовых руд должна быть нетрадиционной, базироваться на последних достижениях биотехнологии в комбинации с химическими и гидрометаллургическими способами.

Пирометаллургические методы обеднения конвертерных и отвальных шлаков заключаются в переработке в электропечах, которые не обеспечивают требования остаточного содержания меди в обедненном шлаке 0,3–0,4 %, что позволило бы использовать их для нужд производства строительных материалов, обеспечив комплексность и безотходность. Кроме того, обеднение в электропечах требует значительных затрат и создает новые проблемы по ухудшению состояния окружающей среды и образованию новых отходов.

Традиционные технологии переработки отвального клинкера:

- шахтная плавка совместно с другим медьсодержащим сырьем;
- гидрометаллургическая технология;
- применение отсадки с последующей магнитной сепарацией.

Вышеперечисленные технологии не отвечают современным экологическим требованиям и не обладают достаточной экономической эффективностью переработки отвального клинкера цинкового производства.

Забалансовые руды месторождения Мурунтау перерабатываются в настоящее время методом кучного выщелачивания. Существующая технология не обеспечивает высокой степени извлечения золота.

Вторичные сырье. Были исследованы несколько методов извлечения золота из вторичного сырья Маржанбулакского золотоизвлекательного участка:

- метод магнитной сепарации;
- метод флотации;
- метод центробежной концентрации.

Ни один из перечисленных методов не обеспечил приемлемого извлечения золота. Поэтому задача доизвлечения золота из этого вида техногенного сырья остается актуальной.

Забалансовые сульфидные руды месторождения Кактапаз. Балансовые сульфидные руды месторождения Кактапаз перерабатываются на ГМЗ-3 по технологии Биокс. Задача переработки забалансовых сульфидных руд в настоящее время является весьма актуальной.

Магнитная фракция – промежуточный отход производства. При переработке магнитной фракции был испытан пирометаллургический метод, который показал неэффективность технологии. Для решения задачи переработки магнитной фракции с получением в качестве готовой продукции соли сернокислого железа используется гидрометаллургический метод. Фактическая производительность действующей установки (500 т/год) не позволяет утилизировать ежегодно накапливающееся количество (7 тыс. т) магнитной фракции.

Жидкие отходы – цианидные хвостовые пульпы золотоизвлекательных фабрик. Известные методы деструкции цианидов: хлорирование, озонирование, электроокисление и др. – предполагают большой расход дорогостоящих реагентов и электроэнергии. Поэтому задача деструкции цианидов в хвостовых

пульпах золотоизвлекательных фабрик с одновременным доизвлечением золота является актуальной.

Анализ методов и способов переработки отходов горно-металлургического производства показывает:

- низкую эффективность использования методов гравитации и флотации для переработки отвальных хвостов флотации полиметаллических руд;
- низкую степень существующих способов флотационного обогащения шлаков медного производства, клинкера цинкового производства, препятствующие их внедрению в промышленном масштабе;
- низкую рентабельность пирометаллургических способов обеднения шлаков медного производства и клинкера цинкового производства;
- использование малоэффективных реагентов для утилизации цианидов из сбросных пульп.

Анализ состояния работ по утилизации жидких и твердых отходов свидетельствует об отсутствии систематизированных, координированных, научно обоснованных методов по их переработке. Разработка научно обоснованных технологий переработки конкретных отходов и в целом по промышленности, обеспечивающих дополнительное извлечение ценных компонентов цветных и благородных металлов, является важным направлением повышения экономической эффективности горно-металлургического производства.

Главным источником образования твердых отходов горно-металлургических производств в Алмалыкском горнорудном районе являются руды тяжелых цветных металлов, поступающих на обогащение и далее в перо- или гидрометаллургическое производство. Характеристика получаемых твердых отходов во многом определяется свойствами руд, поступающих на переработку.

Сырьевая база состоит из запасов группы медно-порфиновых и свинцово-цинковых месторождений, расположенных на территории Ташкентской и

Джизакской областей, а также на вновь вводимом в эксплуатацию месторождении Хондиза в Сурхандарьинской области.

Медно-порфиновые месторождения Кальмакир и Сарычеку обеспечивают сырьем медную ветвь и перерабатываются: руды Кальмакира – на медной обогатительной фабрике (МОФ), руды Сарычеку – на Алмалыкской свинцово-цинковой обогатительной фабрике (СОФ). Свинцово-цинковые месторождения представлены месторождением Уччулан.

Практически все рудные месторождения, обрабатываемые АГМК, были в свое время открыты по следам древних выработок. Сырьевую базу района характеризуют не только запасы отработываемых месторождений, но и нетрадиционные ресурсы:

- отвалы горнорудного производства;
- отвальные хвосты обогащения;
- отходы металлургического производства.

Большая часть руд тяжелых цветных металлов добывается открытым способом. При открытой разработке месторождений горные работы подразделяются на вскрышные, включающие выемку, перемещение и размещение вскрытых пород, и добычные, состоящие из выемки, перемещения и складирования или разгрузки полезного ископаемого. Полезные ископаемые – руды направляются на дальнейшую переработку на обогатительные фабрики с целью получения богатого по металлам концентрата.

Вскрышные породы, разделяемые на балансовые и забалансовые, складываются на специальных участках-отвалах, поэтому эти породы называются отвальными. В процессе добычи руд на карьере в течение нескольких десятилетий образовалось огромное количество отвалов, в которых заложены миллионы тонн вскрышных пород различного характера и содержания ценных компонентов.

Характеристика техногенных отходов ОАО «Алмалыкский ГМК» представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Техногенные отходы ОАО «Алмалыкский ГМК»

Наименование	Находятся в отвалах тыс. .	Химический состав, %								
		Cu	Au г/т	Ag г/т	Pb	Zn	S	Fe	SO ₂	Al ₂ O ₃
Руда медная окисленная забалансовая	38373	0,35	0,42	1,74	0,03	0,05	1,5	4,0	61,8	12,0
Руда медная забалансовая сульфидная	9981	0,23	0,38	1,56	0,029	0,007	1,5	4,0	65,0	13,7
Руда медная забалансовая смешанная	19430	0,33	0,49	1,98	0,03	0,04	2,0	4,4	60,0	12,0
Отвальный клинкер цинкового завода	99,6	0,16		0,76	0,36	1,19	4,0	18,0	10,0	0,7
Шлак отражательной и кислородно-факельной плавки медь завода. 12700	0,65	0,4	3,5	0,25	1,3	1,1	37,0	36,0	6,2	
Отвальные хвосты свинцово-цинковой обогатительной фабрики	130200	0,013	0,03	3,0	0,24	0,33	0,96	3,4	10,5	0,05
Отвальные хвосты медной обогатительной фабрики	850700	0,111	0,21	1,07	0,014	0,02	1,54	3,8	62,0	13,0

Анализ данных таблицы 1 показывает, что отвалы медно-молибденовых и свинцово-цинковых руд по ОАО «Алмалыкский ГМК» являются одним из видов минеральных ресурсов и классифицируются как техногенные месторождения.

История открытия и изучения месторождения Дальнее охватывает период с 1927 по 1962 год. Окончательно запасы утверждены в 1983 году. Добычные работы не проводятся. Из-за низких содержаний в рудах основных и попутных компонентов сегодня экономически целесообразно перерабатывать забалансовые руды Кальмакира. Отработка запасов месторождения Дальнее может рассматриваться как резерв для восполнения выбывающих мощностей Кальмакирского и Сарычикинского рудников ориентировочно в начале 30-х годов XXI столетия. В геологическом отношении является полным аналогом месторождения Кальмакир и является его естественным продолжением на глубоких горизонтах. Содержание основных и попутных компонентов примерно на 30 % ниже кальмакирских. Проектная мощность карьера по добыче руды – 30 млн т в год, что обеспечит срок существования карьера на 70–80 лет.

Большинство руд тяжелых цветных металлов представляют собой сравнительно бедные полиметаллические породы. Если руды являются полиметаллическими и содержат в достаточных количествах несколько металлов, наряду с отделением пустой породы необходимо выделить каждый металл в отдельный продукт, пригодный для самостоятельной металлургической переработки, – это метод селективного обогащения.

Руды тяжелых цветных металлов чаще всего обогащают флотацией, способом, основанным на избирательном прилипании минеральных частиц, взвешенных в пульпе, к пузырькам воздуха. Плохо смачиваемые водой частицы минералов прилипают к пузырькам воздуха, поднимаются вместе с ним на поверхность пульпы, образуя на ней минерализованную пену.

Частицы других минералов, хорошо смачиваемые водой, не прилипают к пузырькам и остаются в пульпе. Таким образом достигается разделение различных минералов.

Хвосты обогащения складировать в двух хвостохранилищах. Хвостохранилище № 1 действует с

1961 г., в него складировать 20 % от общего количества образующихся на МОФ хвостов обогащения медно-молибденовых руд. Общий объем накопления по состоянию на 01.01.2011 г. – 478 млн т, в котором содержание меди – 0,115 %, или 532,6 тыс. т, золота – 0,209 г/м, или 97,3 т, серебра – 1,06 г/м, или 492,8 т. Действующее объединенное хвостохранилище, сформированное в 1971 г., разделено перемычкой на два поля. В период с 1976 по 1998 г. на поле свинцовой обогатительной фабрики складировались хвосты обогащения свинцово-цинкового производства. Общий объем накопления по состоянию на 01.06.2011 г. – свыше 530 млн т, в котором содержание меди – 0,108 %, или более 55 тыс. т, золота – 0,2 г/м, или около 102 т, серебра – 1,053 г/м, или более 535 т. В настоящее время с точки зрения доступности, подготовленности и близости развитой инфраструктуры по добыче и переработке наибольший интерес представляют хвосты – техногенные отходы хвостохранилища № 1, вовлечение в переработку которых обеспечит получение дополнительного количества меди, золота, серебра.

В хвостохранилище № 1 МОФ накоплено около 500 млн т отвальных хвостов со средним содержанием полезных компонентов в стометровой низкой зоне: 0,18–0,20 % меди, 0,0029–0,0033 % молибдена, 0,30,4 г/т золота, 1,0–1,8 г/т серебра. Мелкозернистость отвальных хвостов – фактор, значительно упрощающий технологию их переработки с получением продукции низкой себестоимости. Хвостохранилище № 1 МОФ размером 2×4 км разделено по периметру на 98 пикетов и 20 разрезов с расстояниями между пикетами – 100 м, разрезами – 500 м. Хвостохранилище дополнялось с 1961 г., и в настоящее время в него направляется примерно 20 % текущих хвостов.

Анализ распределения запасов вторичного сырья крупнозернистой песковой фракции для разных вариантов бортового содержания (таблица 2) показывает, что медь в основном концентрируется в крупной фракции (+0,2 мм). В средней фракции (–0,2 + 0,074) ее содержание довольно стабильно.

В мелкой фракции (–0,074 мм) оно низкое, и только при содержании мелкой фракции свыше 25–30 % содержание меди возрастает.

Таблица 2.

Подсчет запасов вторичного сырья

Бортовое содержание меди	Запасы руды тыс. т	Медь, % тыс. т	Молибден, % тыс. т	Сера, % тыс. т	Золото, г/т, кг	Серебро, г/т, т
0,2 %	25078	0,22 55,17	0,004 0,98	1,3 333	0,3 7524	1,3 33
0,15 %	83485	0,19 158,5	0,003 2,88	1,5 1219	0,3 25054	1,3 110
0,10 %	164377	0,17 283	0,003 5,26	1,5 2380	0,3 49313	1,3 218

Для определения возможности и целесообразности использования руд песковой фракции для доизвлечения полезных компонентов проведены

лабораторные испытания 3 проб (таблица 3) из хвостохранилищ № 1, 2, 3.

Таблица 3.

Химический анализ технологических проб

Элементы, содержание в %	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3
Cu общая	0,12	0,12	0,12
В том числе			
Cu окисленная	0,035	0,03	0,03
Cu сульфидная	0,08	0,09	0,09
Mo общий	0,0027	0,0035	0,0028
В том числе			
Mo окисленный	0,0002	0,00018	0,0002
Mo сульфидный	0,025	0,00297	0,0025
SiO ₂	69,53	69,80	69,80
Al ₂ O ₃	11,95	12,26	11,90
CaO	1,76	2,02	2,02
MgO	2,37	2,50	2,35
Fe общее	5,28	4,93	5,21
S общее	1,39	4,93	1,38
Au, г/т	0,4	0,3	0,3
Ag, г/т	1,4	1,4	1,2

Определен оптимальный режим обогащения. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты исследования на обогатимость вторичных руд

№ проб	Выход, %	Извлечение в концентрат, %			Содержание полезных компонентов		
		Cu	Au	S	Cu, %	Au, г/т	S, г/т
1	3,31	73,85	50,67	38,13	3,30	6,0	18,0
2	3,81	74,76	54,30	35,70	2,99	6,0	14,0
3	3,49	72,53	63,98	49,39	2,92	5,5	17,0

В ходе технологических испытаний установлено, что получение кондиционных концентратов из вторичных руд методом перечисленных операций затруднено из-за высокого содержания пирита (до 75) и связанных с ним примесей меди, золота и серебра. Неэффективно такое флотационное обогащение без доизмельчения. Оптимальная толщина помола должна составлять 78 % класса – 0,074 мм.

Проведено опытное испытание концентратов, полученных из вторичных руд хвостохранилища

методом выщелачивания. Получены гидрометаллургические концентраты (кеки), содержащие медь – 35–70 %, золото – 400–800 г/т, серебро – 400–1600 г/т. При этом сквозное среднее извлечение полезных компонентов из вторичных руд составило: меди – 52,5 %; золота – 48,7 %, серебра – 25,0 %. Полученные технико-экономические показатели являются малоэффективными, и требуется разработка принципиально новых технологических решений.

Список литературы:

1. Использование металлургических техногенных отходов в качестве сырья / Ш.Т. Хожиев, А.А. Эркинов, Х.Т. Абжалова, С.У. Мирсаотов [и др.] // Студенческий вестник: научный журнал. – М. : Интернаука, 2019. – № 43 (93). – Ч. 5. – С. 69–71.
2. Минералогический анализ шлаков медеплавильного завода Алмалыкского горно-металлургического комбината / Ш.Т. Хожиев, Х.К. Нусратуллаев, У.А. Акрамов, Д.Б. Ирсадиева [и др.] // Студенческий вестник: научный журнал. – М. : Интернаука, 2019. – № 43 (93). – Ч. 5. – С. 62–64.
3. Термогравитационное обеднение шлаков медного производства / Ш.Т. Хожиев, Н.Ш. Зайниддинов, С.У. Мирсаотов, Д.Б. Ирсадиева [и др.] // Студенческий вестник: научный журнал. – М. : Интернаука, 2019. – № 43 (93). – Ч. 5. – С. 65–68.
4. Complex Processing Of Lead-Containing Technogenic Waste From Mining And Metallurgical Industries In The Urals / K.D. Khakimov, U.K. Eshonqulov, T.S. Amanov, A.A. Umirzoqov // The American Journal of Engineering And Technology «IMPACT FACTOR». – 2020. – № 5. – P. 32.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОЗОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Холикулов Дониёр Бахтиёрвич

*д-р техн. наук,
Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: donyor_xb@mail.ru*

APPLICATION OF THE OZONIZATION METHOD FOR HARMONIZING PROCESS SOLUTIONS OF COPPER PRODUCTION

Doniyor Kholikulov

*Doc. tech. sciences.
Almalyk branch of Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

DOI: 10.32743/UniTech.2020.81.12-1.60-66

АННОТАЦИЯ

В статье исследуется процесс очистки технологического раствора купоросного цеха производства меди методом озонирования. Озонирование позволило очистить маточный раствор от примесей и вернуть технологический раствор в производство, а также получить осадок соединений металлов.

ABSTRACT

The article examines the process of purification of the technological solution of the vitriol shop of copper production by the method of ozonation. Ozonation made it possible to purify the mother liquor from impurities and return the technological solution to production, as well as to obtain a precipitate of metal compounds.

Ключевые слова: производство меди, озонирование, технологический раствор, температура, расход озона, окисление, степень очистки.

Keywords: copper production, ozonation, process solution, temperature, ozone consumption, oxidation, degree of purification.

Проблема обезвреживания технологических растворов медного производства и извлечение из них ценных компонентов с последующим использованием их в качестве вторичного сырья является одной из актуальных вопросов в металлургии меди. Эта проблема имеет несколько аспектов: металл извлеченный из технологических растворов, значительно дешевле металла, извлекаемого из руды целым рядом технологических переделов, после извлечения металлов из растворов последний может быть использован обратно в производстве. В настоящее время все более пристальное внимание обращают на себя технологии, позволяющие эффективно извлекать ионы металлов из промышленных растворов и создавать замкнутые системы оборотного водоснабжения. Таким образом, можно предотвратить их вредное воздействие на окружающую среду.

В связи с этим исследования по переработке технологических растворов и утилизации извлекаемых соединений металлов являются актуальной научной и практической задачей. Известны многочисленные методы очистки технологических растворов как хлорирование, нейтрализация, флотация, γ -облучение, УФ-облучение, химические методы и др.

Проводимые в последние годы научно-исследовательские работы в области извлечения ценных компонентов из технологических растворов направлены на разработку комбинированных технологий, включающих как гидрометаллургические, так и пирометаллургические методы [13; 32]. В связи с этим, выбор технологических решений по очистке сточных вод металлургических предприятий приобретает первостепенное значение.

Вопрос очистки сбрасываемых сточных вод производства меди актуален, поскольку накопление ионов тяжелых металлов (ИТМ) в продуктивных растворах вызывает затруднения в дальнейшем использовании этих вод в хозяйственной деятельности [7; 18; 40]. При этом некоторые целлюлозосодержащие сорбенты обладают сравнительно низкой емкостью по отношению к ИТМ, другие же по своим свойствам вполне могут быть сопоставимы или даже превосходить применяемые в промышленности ионообменные смолы. В работе [30; 50] приведены значения величин сорбционной емкости различных целлюлозосодержащих растительных сорбентов в сравнении с величинами сорбционной емкости активированного угля и некоторых ионообменных смол и их сорбционные характеристики.

В работе [15] рассмотрена возможность очистки сточных вод рудника «Карнасурт» ООО «Ловозерский ГОК» от ионов фтора методом химической коагуляции. Удалось добиться снижения концентрации фторид-ионов до уровня ПДК, вместе с тем необходимо искать пути оптимизации расхода реагентов. Наиболее перспективными направлениями очистки воды от фтора для вод горнорудных предприятий представляются комбинированные технологии, позволяющие с высокой эффективностью и необратимо удалять фтор в широком диапазоне концентраций, включающие химическое осаждение, коагуляцию и сорбционные процессы [44; 45; 56; 53; 52; 59; 63; 51].

В работе [23] предлагается упрощенная схема ионообменной очистки воды от солей тяжелых металлов за счет применения натрий катионирования. Ионообменный метод имеет ряд недостатков: образование вторичных отходов-элюатов, требующих дополнительной переработки, большой расход реагентов для регенерации ионитов и обработки смол, высокая стоимость ионитов и смол. Сорбционная очистка сточных вод позволяет удалять загрязнения различного характера практически до любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости [19].

Эффективность процесса глубокой очистки технологических растворов процессом адсорбции зачастую, зависит от выбора адсорбента. В качестве сорбентов используют активные угли [5] и отходов различных производств: золы, ферритизированных шламов [16; 28; 57], который обеспечивают степень очистки стоков до 95-99 %.

В работе [4; 6] исследовано применение природных адсорбентов - цеолитов, в работе [3; 17] брусита, монтмориллонита, ирлита, бентонита. Предлагается способ сорбционной очистки стоков с использованием алюмосиликатов [11; 26]. Данные адсорбенты позволяют достичь высокой степени очистки без дополнительного применения коагулянтов. Изучена адсорбционная способность материалов на основе кремнистых пород [33; 42], а также с использованием природного и модифицированного диатомита [49]. Показатели качества технологических растворов выше аналогичных показателей после очистки традиционными природными сорбентами.

Несмотря на достоинства физико-химических методов очистки сточных вод (универсальность, производительность, многократное использование воды) имеются и недостатки: из-за постоянно изменяющихся показателей качества воды технологический режим работы очистных сооружений часто становится нерегулируемым и громоздкость оборудования, а также значительный расход реагентов.

В работе [1] рассмотрены вопросы моделирования флотационной очистки. Полученные исследования показали, что выпадение частиц в осадок является значительным фактором, и оно не оказывает значительного влияния на суть всего процесса флотации. Ионная флотация является технологичным процессом переработки гидроминеральных месторождений [9; 20; 55].

Исследования по извлечению цветных металлов ионной флотацией из сбросных растворов позволяет коллективно извлекать металлов, но требуется отдельное извлечение каждого металла [38; 36; 43; 58; 37; 34]. В настоящее время развитие метода ионной флотации широко не применяется в связи с тем, что ассортимент реагентов ограничен солями высших жирных кислот, сульфгидрильными и азотсодержащими соединениями, которые, являются дорогостоящими веществами, регенерация реагентов очень сложна.

Для достоверности полученных лабораторных результатов проведена статистическая обработка показателей ионной флотации металлов из различных растворов в пенный продукт, с целью оценки воспроизводимости опытов с реагентами. Для статистической обработки полученных результатов рассчитывались основные числовые характеристики [47; 29].

Химическую очистку сточных вод целесообразно применение перед биологическими и физико-химическими методами, а также перед подачей производственных сточных вод в систему оборотного водоснабжения, и перед спуском их в водоем, для доочистки воды с целью их дезинфекции, обесцвечивания или извлечения из них различных компонентов [27]. При химической очистке применяют следующие способы нейтрализации: нейтрализация реагентами, взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод, фильтрование через нейтрализующие материалы [39; 41].

В работе [31] показана возможность использования следующих окислителей: кислород воздуха, пероксид водорода, гипохлориты кальция и натрия, пероксодеривативы кислоты и др. Основное достоинство химических методов - возможность применения его для обезвреживания кислотно-щелочных стоков различных объемов с различной концентрацией ионов тяжелых металлов. Недостатками является: значительное повышение содержания очищенных от ИТМ стоков за счет внесения реагентов, что вызывает необходимость дополнительной доочистки; большой расход реагентов; необходимость организации и содержания реагентного хозяйства со специальным коррозионно-устойчивым оборудованием.

Для очистки воды от различных растворимых и диспергированных примесей применяют процессы анодного и катодного восстановления, электрокоагуляцию, электрофлотацию и электродиализа [2]. Процессы электрохимического воздействия на водные растворы проводится на электролизерах. На аноде протекает реакция электрохимического окисления, на катоде протекает реакция электрохимического восстановления [21; 25; 10; 8]. В работе [22] приведена методика расчета технологических параметров электрокоагуляционного способа очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Установлены наиболее характерные ингредиенты-загрязнители: медь, цинк, никель, хром, кобальт и другие. Достоинством электрохимических методов является извлечение ценных компонентов при относительно простой технологической схеме, компактности установок, отсутствии потребности в

химических реагентах. Недостатком является высокий расход электроэнергии, листового железа и алюминия. Поэтому необходимость использования данного метода в каждом конкретном случае должна быть экономически обоснована.

Озон является одним из самых сильных природных окислителей. Также он является сильнейшим дезинфицирующим агентом [24]. Образование гидроксильных радикалов в результате трансформации озона в водной среде увеличивается в присутствии пероксида водорода, катализаторов, активированного угля, при совмещении озонирования с ультрафиолетовым облучением и ультразвуковой обработкой [62]. Озонирование может быть использовано в качестве эффективного способа повышения адгезионных свойств каучуков при модификации пленкообразующих полимеров, входящих в состав клеев [54].

Для проведения исследований были отобраны технологические растворы медного производства: кислые стоки купоросного цеха Медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК». Объем стоков купоросного цеха составляет до 50 м³/сутки. Содержание серной кислоты – 4÷7 г/дм³. Химический состав технологического раствора, г/дм³: Cu 0,6-0,9, Zn 0,2-0,3, Fe 0,05-0,06, Ni 16-25, Sb 0,35, As 0,14 и прочие. Фазовый состав раствора, г/дм³: CuSO₄ 156,9, NiSO₄ 32,94, FeSO₄ 0,14, ZnSO₄ 0,518, HSbO₂ 0,445. До настоящего времени маточные растворы не утилизируются из-за отсутствия эффективной технологии извлечения металлов из растворов с высоким содержанием серной кислоты.

Окислительное действие озона основано на выделении атомарного кислорода, который значительно активнее молекулярного кислорода O₂ и оказывает сильное окислительное действие. Важное преимущество озонирования – отсутствие загрязнения воды дополнительными примесями, снижает цветность сточных вод и устраняет запахи. В реакциях разрушения органических и неорганических соединений участвуют и свободные радикалы, образующиеся при разложении озона в воде. Широкое применение озона связано с его потенциально меньшей опасностью для сточных вод: остаточный растворенный в воде озон полностью разлагается за 7-10 мин, и не поступает в водоем. Озон окисляет все металлы и большинство неметаллов, переводит низшие оксиды в высшие, а сульфиды металлов – в сульфаты. Использование озона для обработки технологических растворов имеет двойную цель:

обеспечение обеззараживания и улучшение качества очищенной воды [60].

Процесс образования озона состоит из нескольких этапов, и более 50 реакций, связанных с образованием озона и его разложением, без протекания которых получение озона невозможно [61]. На основании приведенных реакций процесс озонирования может быть использовано для удаления из технологических растворов солей ряда тяжелых металлов. Ионы металлов после процесса озонирования осаждаются в форме нерастворимых осадков.

Взаимодействие озона со сточными водами зависит от вида загрязняющего компонента, от ионов тяжелых цветных металлов. Расход озона на 1 мг ионов металлов зависит от степени загрязнения сточных вод и времени контакта их с озono-воздушной смесью. Разложение озона в воде при разных значениях температуры изучено в работе [35].

Эксперименты по изучению влияния начального значения pH среды на интенсивность очистки технологических сточных вод, показали, что окисление примесей как озono-воздушные смеси, так и кислородом воздуха протекает интенсивно впервые 15 минут практически во всех случаях, затем скорость окисления снижается. При проведении опытов озono-воздушная смесь подавалась в установку с расходом 2,5 г/л. Начальные значения pH среды в пределах 2-5. Температура технологических растворов постоянно удерживалась при 20°C. Результаты экспериментальных исследований показывают, что максимальное извлечение металлов в осадок наблюдается в начале процесса. Степень очистки металлов составляет 96-98 % (табл. 1).

В результате озонирования в компонентном составе технологических растворов изменяется соотношение совокупных соединений (табл. 2). Содержание металлов, составляющего основную долю металлосодержащих компонентов, уменьшается при озонировании до 99 %. Количество совместного осаждения двух или нескольких различных ионов металлов, при определенном pH, достигаются лучшие результаты, чем при осаждении каждого металла в отдельности. Это объясняется процессом образования в осадке смешанных осадков и абсорбции ионов металлов на поверхности твердой фазы. Отсюда возникает необходимость контроля качества воды после озонирования по ряду химических и санитарно-гигиенических показателей.

Таблица 1.

Результаты полупромышленных испытаний

pH раствора	Содержание в растворе после очистки озонem, мг/дм ³					Выход осадка, г/дм ³	Степень очистки сточных вод, %				
	Ni	Cu	Zn	Fe ⁺²	Fe ⁺³		Ni	Cu	Zn	Fe ⁺²	Fe ⁺³
1	1632	9,2	0,35	8,8	0,32	6,55	86,9	78,6	65	26	96
2	1298	7,5	0,25	8,0	0,08	7,6	89,6	73,7	75	34	99
3	297	1,8	0,06	4,3	сл.	9,4	97,6	94,8	94	64	100
4	290	1,7	0,02	0,96	сл.	9,8	97,7	95,1	98	92	100
5	288	1,6	0,02	0,1	сл.	10,1	97,7	95,4	98	98	100

Таблица 2.

Компонентный состав исходной и обработанной технологических растворов

Состав исходной сточной воды			Состав сточной воды после обработки озоном		
Соединения	Концентрация веществ, мг/л	Содержание от суммарного количества определенных веществ, %	Соединения	Концентрация веществ, мг/л	Содержание от суммарного количества определенных веществ, %
Cu	0,6-0,9	0,089-0,098	Cu	0,1	1,84
Zn	0,2-0,3	0,029-0,032	Zn	0,03	0,55
Fe	0,05-0,06	0,007-0,006	Fe	0,001	0,02
Ni	16-25	2,398-2,698	Ni	0,01	0,18
Sb	0,35	0,052-0,038	Sb	0,3	5,51
Сульфаты	650-900	97,425-97,128	Сульфаты	5	91,89
Суммарное содержание веществ	667,2-926,61	100	Суммарное содержание веществ	5,441	100

Полученный осадок после процесса озонирования, подвергается химическому анализу и по составу осадка отправляется на извлечение металлов по традиционной схеме: на цинковом или медеплавильном заводе АО «Алмалыкский ГМК». Очищенная вода

используется для технологических нужд производства. Технологические растворы после озонирования, по качеству отвечают предъявляемым требованиям ПДК, за счет достижения высокой степени очистки воды (до 99 %) от металлокатионов меди, цинка, железа, никеля, свинца, кадмия и др. (табл. 3).

Таблица 3.

Концентрация металлов в технологических растворах после процесса озонирования и сравнение с ПДК

Металл	Концентрация, мг/л			
	Сточные воды	После озонирования	ПДК	2 категория ГОСТ 9.314
Медь, Cu ²⁺	5-30	<0,04	0,004	0,3
Никель, Ni ²⁺	5-30	<0,01	-	1,0
Цинк, Zn ²⁺	5-30	<0,01	0,03	1,5
Хром, Cr ³⁺	5-30	<0,01	0,4	0,5
Железо, Fe ³⁺	5-30	<0,01	0,4	0,1
Алюминий, Al ³⁺	5-30	<0,01	-	(0,5)
Свинец, Pb	5-30	<0,01	0,06	(0,03)
Кадмий, Cd ²⁺	5-30	<0,04	0,003	0,01
Сульфаты, SO ₄ ²⁻	800-1000	<30	100	50
Хлориды, Cl ⁻	100-200	<4	300	35

Таким образом, озонирование может быть использовано для удаления из технологических растворов солей ряда тяжёлых металлов. Установлено, что за 1 час обработки озоном концентрация металлов

уменьшилась до уровня <0,01 мг/л, что на порядок ниже ПДК металлов в воде, тем самым снижается экологический ущерб окружающей среде.

Список литературы:

1. Алексеева А.С., Ксенофонтов Б.С. Многостадийная модель ионной флотации // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. – 2015. – № 6. – С. 14–16.
2. Василенко Л.В., Никифоров А.Ф., Лобухина Т.В. Методы очистки промышленных сточных вод : учеб. пособие. – Екатеринбург : УГЛУ Урал. гос. лесотехн. университет, 2009. – 174 с.
3. Ганебных Е.В. Очистка сточных вод от ионов никеля с использованием гидрозолей монтмориллонита // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 1. – С. 43–46.
4. Дашибалова Л.Т. Доочистка сточных вод горнодобывающих производств от тяжелых металлов на цеолитах Мухорталинского месторождения // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Эколого-безопасные технологии освоения недр Байкальского региона: современное состояние и перспективы». – Улан-Удэ, 2000. – С. 209–211.

5. Домрачева В.А. Очистка сточных вод от тяжелых металлов при использовании сорбентов из бурых углей Иркутского угольного бассейна // Безопасность жизнедеятельности. – 2005. – № 6. – С. 11–14.
6. Завьялов В.С., Постевой О.Е. Очистка сточной воды от ионов тяжелых металлов с помощью цеолитов // Доклады 3-й Международной научно-практической конференции «Человек и окружающая природная среда»: сборник материалов. – Пенза, 2000. – С. 25–28.
7. Клименко Т.В. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов // Современные научные исследования и инновации. – 2013. – № 11. – С. 17–23.
8. Кожемякин В.А., Почтарев А.Н. Электрокоагуляционная очистка сточных вод в производстве полупроводниковых материалов // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2012. – Т. 49. – № 1. – С. 28–31.
9. Ксенофонтов Б.С., Антонова Е.С. Модели флотационных и сопутствующих процессов очистки воды // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 10. – С. 42–48.
10. Кудрявцев В.Н., Кругликов С.С., Анопольский В.Н. О гальвано- и электрокоагуляционных методах очистки сточных вод // ООО «Гальванотехника». – М., 2008. – Т. 16. – № 2. – С. 43–45.
11. Лебедев С.Н. Сорбционная доочистка сточных вод гальванических производств на адсорбенте «ГЛИНТ» // Тезисы докладов научно-практической конференции. Коррозия металлов и антикоррозионная защита. – М., 2006. – С. 39–41.
12. Обезвреживание сточных вод медного производства АО «Алмалыкский ГМК» / Д.Б. Холикулов, Р.И. Нормуратов, О.Н. Болтаев, Ш.М. Муносибов // Материалы Международной конференции «Инновационные процессы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья» (Плаксинские чтения-2020). 21-26 сентября 2020. – Апатиты : ФИЦ КНЦ РАН, 2020. – С. 52–54.
13. Оценка воздействия на окружающую среду предприятий горной промышленности / А.В. Воробьев, К.Г. Каргинов, С.А. Ананикян, Е.С. Одинцова // Экологическая экспертиза. – 2002. – № 3. – С. 96–104.
14. Очистка сточных вод медного производства озоном / М.М. Якубов, Д.Б. Холикулов, З.Р. Кадырова, С.Н. Расулова [и др.] // Узбекский химический журнал. – 2018. – № 3. – С. 35–41.
15. Очистка сточных вод ООО «Ловозерский ГОК» от ионов фтора методом химической коагуляции / Е.А. Красавцева, Б.О. Жилкин, Д.В. Макаров [и др.] // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. – 2020. – № 17. – С. 297–301.
16. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием гальваношламов / З.В. Подольская, В.В. Семенов, М.В. Бузаева, Е.С. Климов // Доклады 4-й Международной научной конференции. – Шарм-Эль-Шейх, 2009. – С. 51–52.
17. Очистка сточных вод от меди природным и модифицированным монтмориллонитом / А.В. Свиридов [и др.] // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2011. – № 1. – С. 58–65.
18. Половняк В.К. Современные технические и технологические подходы к решению экологических проблем // Вестник Казанского технологического университета. – 2009. – № 4. – С. 17–25.
19. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е.С. Климов, М.В. Бузаева. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 201 с.
20. Родимова Т.Д., Стребкова Л.А., Борисова Е.С. Основные направления исследований в области извлечения тяжелых металлов из техногенных вод методом ионной флотации // Молодой ученый. Технические науки. – 2014. – № 15 (74). – С. 108–111.
21. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов : учеб. пособие для студентов техн. вузов. – М. : Колос, 2005. – 392 с.
22. Селицкий Г.А. Методика расчета технологических параметров электрокоагуляционного способа очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов // Водоснабжение и канализация. – 2009. – № 4. – С. 72–78.
23. Селицкий Г.А., Галкин Ю.А. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов методом натрийкатионирования // Водоочистка. – 2010. – № 1. – С. 29–33.
24. Семенов М.А., Кузьминкин А. Применение озона для обработки воды. Передовые технологий безреагентной и экологически безопасной обработки питьевой воды, сточных вод и обработки вод для процессов (ITT WEDECO (Германия), ООО «ВЕДЕКО Центр») // Межотраслевая науч.-прак. конф. «Вода в промышленности-2010»: сборник докладов. – М., 2010. – С. 7–11.
25. Сорбционная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов / Г.Р. Бочкарев, Г.И. Пушкарева, А.И. Маслий [и др.] // Труды VII международной научно-практической конференции «Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность». – Кемерово, 2004. – С. 98–99.
26. Сорбционное извлечение ионов тяжелых металлов при фильтровании сточных вод через активированный алюмосиликатный адсорбент / Л.А. Марченко [и др.] // Естественные и технические науки. – 2002. – № 2. – С. 36–38.

27. Способ нейтрализации кислых сточных вод // Патент РФ 2211187. 27.08.2003 / Маталинов В.И., Хисматуллин С.Г. [и др.].
28. Способ очистки сточных вод гальванических производств с использованием ферритизированного гальваношлама // Патент РФ 2301777. 27.06.2007 / Мишин В.А., Семенов В.В., Лейбель И.Г., Лейбель О.И.
29. Статистическая обработка показателей ионной флотации металлов из сернокислых растворов / С.А. Абдурахмонов, Д.Б. Холикулов, А.П. Пиримов, Р.И. Нормуротов [и др.] // Горный вестник Узбекистана. – Навоий, 2005. – № 4. – С. 67–69.
30. Сульфокатиониты на основе растительного сырья и глицидилметакрилата / Е.Е. Ергожин, А.И. Никитина, Г.К. Кабулова, Н.А. Бектенов // Химия растительного сырья. – 2013. – № 1. – С. 67–72.
31. Технология очистки подотвальных сточных вод горнодобывающих предприятий / А.Г. Мустафин [и др.] // Экол. нормы. Правила. Инф. – 2010. – № 2. – С. 39–41.
32. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Человек и природа: противоречия и пути их преодоления // Вестник Российской академии наук. – 2002. – Т. 72. – № 5. – С. 405–409.
33. Фоминых И.М. Сорбционная очистка сточных вод от тяжелых металлов материалами на основе кремнистых пород: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04. – УГТУ – УПИ, 2006. – 16 с.
34. Холикулов Д.Б., Болтаев О.Н., Муносибов Ш.М. Извлечения никеля из маточного раствора медного производства // Проблемы и перспективы эффективной переработки минерального сырья в XXI веке (Плаксинские чтения-2019): Материалы Международного совещания (Иркутск, 9–14 сентября 2019 г.). – С. 336–337.
35. Холикулов Д.Б., Нормуротов Р.И. Исследования по очистке сточных вод медного и цинкового производства озоном // Горный вестник Узбекистана. – 2020. – № 1 (80). – С. 90–95.
36. Холикулов Д.Б., Нормуротов Р.И., Ахтамов Ф.Э. Исследования по извлечению цветных металлов ионной флотацией из сбросных растворов // Горный вестник Узбекистана. – 2016. – № 2. – С. 68–70.
37. Холикулов Д.Б., Нормуротов Р.И., Болтаев О.Н. Новый подход к решению проблемы очистки сточных вод медного производства // Горный вестник Узбекистана. – 2019. – № 3 (78). – С. 92–96.
38. Холикулов Д.Б., Рахмонов Н.М., Кодиров С.И. Возможности применения ионной флотации для извлечения металлов из различных растворов // Материалы международной научно-технической конференции. Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья. – Екатеринбург : Форт Диалог-Исеть, 2007. С. 187–193.
39. Шайхиев И.Г., Минлигулова Г.А. Очистка производственных сточных вод стоками других производств. Ч. 2. Очистка сточных вод гальванических производств // Вода и экология: проблемы и решения. – СПб., 2008. – № 4. – С. 16–30.
40. Юсупова А.И. Очистка сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, сорбентами и экстрактами из таннинсодержащих отходов : дис. ... канд. техн. наук. – Казань : КНИТУ, 2015. – С. 165.
41. Янин А.С. Реагентный метод очистки технологических сточных вод гальванопроизводств предприятий микроэлектроники // Микроэлектроника и информатика. Тезисы докладов 14-й Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов. – Зеленоград, 2007. – С. 386.
42. Abo-El-Enein S.A., Eissa M.A., Diafullah A.A. Removal of some heavy metals ions from wastewater by copolymer of iron and aluminum impregnated with active silica derived from rice husk ash // J. Hazardous Materials. – 2009. – Vol. 172. – № 2–3. – P. 574–579.
43. About the possibility of extraction of metals from mother solutions processing of copper / D.B. Kholikulov, A.U. Samadov, O.N. Boltaev, Sh.M. Munosibov // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2019. – Vol. 6. – Issue 3. – P. 8527–8534.
44. Bergaya F., Lagaly G. General introduction: clays, clay minerals, and clay science // Developments in Clay Science. – 2013. – № 5. – P. 1–19.
45. Crini G. Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review // Bioresource Technology. – 2006. – № 97. – P. 1061–1085.
46. Extraction of metals by using ozone from residue solutions of metallurgical production / D.B. Kholikulov, A.R. Aripov, N.B. Khujakulov, A.B. Buronov [et al.] // Proceedings Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari: xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari 27-28-noyabr 2019-y. – Navoi : NKMK bosmaxonasi, 2019. – С. 65–68.
47. Kholikulov D.B., Rahmonkulov R. Identification of Regularities of Metal Extraction When Ozonizing Waste Waters of Metallurgical Production by the Least Square Method // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2020. – Vol. 7. – Issue 4. – P. 13233–13238.

48. Kholikulov D.B., Rakhmonov N.M., Kodirov S.I. Vozmozhnosti primeneniya ionnoi flotatsii dlya izvlecheniya metallov iz razlichnykh rastvorov [Applications ion flotation for recovery of metals from various solutions] // Nauchnye osnovy i praktika pererabotki rud i tekhnogenogo syr'ya: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii [Scientific bases and practice of processing ore and technogenic raw materials]. – P. 15–18.
49. Khraisheh Majeda A.M., Al-degs Yahya S., Mcminn Wendy A.M. Remediation of waste-water containing heavy metals using raw and modified diatomite // Chemical Engineering Journal. – 2004. – Vol. 99. – № 2. – P. 177–184.
50. Kumar U. Agricultural products and by-products as a low cost adsorbent for heavy metal removal from water and wastewater: A review // Sci. Res. Essays. – 2006. – Vol. 1 (2). – P. 033–037.
51. Maiti A., Basu J.K. Chemical treated laterite as promising fluoride adsorbent for aqueous system and kinetic modeling // Desalination. – 2011. – P. 28–36.
52. Mekonen A. Integrated biological and physiochemical treatment process for nitrate and fluoride removal // Water Research. – 2001. – № 35. – P. 3127–3136.
53. Mine waters of the mining enterprises of the murmansk region: main pollutants, perspective treatment technologies / D.V. Makarov, A.V. Svetlov, A.A. Goryachev, V.A. Masloboev [et al.] // Mine Water: Technological and Ecological Challenges Proceedings of International Mine Water Association Conference. – 2019. – P. 206–211.
54. Ozonation of chlorinated natural rubber and Studying its Adhesion Characteristics // Rubber: Types, Properties and Uses / N.A. Keibal, S.N. Bondarenko, V.F. Kablov, D.A. Provotorova; ed. by Gabriel A. Popa. – N.Y. : Nova Publishers, 2012. – P. 275–280.
55. Physicochemical properties and complex formation of ethyl 2-aryl(methyl)sulfonylamino-4,5,6,7-tetrahydrobenzothioephene-3-carboxylates / L.G. Chekanova, K.O. Manylova, P.T. Pavlov, Yu.B. El'chishcheva [et al.] // Russ.J. General Chem. – 2014. – Vol. 84. – № 6. – P. 1202–1206.
56. Preparation of Al–Ce hybrid adsorbent and its application for defluoridation of drinking water / H. Liu, S. Deng, Z. Li, G. Yu [et al.] // Journal of Hazardous Materials. – 2010. – № 179. – P. 424–430.
57. Removal of cadmium and chromium from contaminated water using alkali activated fly ash permeable reactive barrier (AFA-PRB) / Rostami Hossein, Brendley William, Bahadory Mozhgan, Jahanian Shahriar // J. Solid Waste Technol. and Manag. – 2001. – Vol. 127. – № 3–4. – P. 107–111.
58. Separation of metals from technological solutions copper production / D.B. Kholikulov, S. Abdurahmonov, O.N. Boltaev, S.T. Matkarimov // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. – 2020. – Vol. 8. – № 7.
59. Srinivasan R. Advances in application of natural clay and its composites in removal of biological, organic, and inorganic contaminants from drinking water // Advances in Materials Science and Engineering. – 2011. – № 1. – P. 17.
60. The Ozone Usage During Extraction of Metals from Sewage of Copper Production / D.B. Kholikulov, M.M. Yakubov, O.N. Boltayev, Sh. Munosibov // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2019. – Vol. 6. – Issue 6. – P. 9542–9548.
61. The Results of Experimental Studies of Wastewater Disinfection of Metallurgical Production with Ozone / D. Kholikulov, M. Yakubov, A. Abdukadirov, O. Boltaev [et al.] // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2019. – Vol. 6. – Issue 10. – P. 11425–11430.
62. Trapido M. Ozone-based advanced oxidation processes. Encyclopedia of Life Support Systems / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.eols.net/Eols-sampleAllChapter.aspx.
63. Tripathy S.S., Bersillon J.L., Gopal K. Removal of fluoride from drinking water by adsorption onto alumimpregnated activated alumina // Separation and Purification Technology. – 2006. – № 50. – P. 310–317.

СОЗДАНИЕ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ РУД

Хурсанов Абдулла Халмурадович

*председатель правления АО «Алмалыкский ГМК»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Негматов Сайибжан Садиқович

*академик АН РУз, д-р. техн. наук, профессор,
научный руководитель ГУП «Фан ва тараккиёт»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: inelekt_16@mail.ru*

Абед Нодира Сойибжоновна

*д-р техн. наук, профессор, председатель ГУП «Фан ва тараккиёт»
Ташкентского Государственного Технического университета им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

CREATION OF NEW COMPOSITE FLOTORAGENTS FOR APPLICATION IN THE ORE FLOTATION PROCESS

Abdulla Khursanov

*Chairman of the Board of JSC "Almalyk MMC",
Uzbekistan, Tashkent*

Sayibzhan Negmatov

*Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Scientific Director of the State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot",
Uzbekistan, Tashkent*

Nodira Abed

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Chairman of the State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot"
of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты исследований создания композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе органоминеральных ингредиентов и отходов производств, с целью применения в процессе флотации руд цветных и благородных металлов. Исследовано пенообразующая способность и устойчивость пены разработанного композиционного химического флотореагента-вспенивателя в сравнение с существующим флотореагентом-вспенивателем марки Т-92. Проведены первоначальные испытания разработанных составов флотореагентов-вспенивателей и получены положительные результаты по извлечению меди из медно-молибденовой руды до 91,35% в условиях АО «Алмалыкский ГМК».

ABSTRACT

The article presents the results of research on the creation of composite chemical flotation reagents-foaming agents on the basis of organic-mineral ingredients and industrial waste, with the aim of using non-ferrous and noble metal ores in the process of flotation. The foaming capacity and foam stability of the developed composite chemical flotation agent-foaming agent were studied in comparison with the existing flotation agent-foaming agent of the T-92 brand. Initial tests of the developed compositions of flotation reagents-blowing agents were carried out and positive results were obtained for the extraction of copper from copper-molybdenum ore up to 91.35% under the conditions of JSC Almalyk MMC.

Ключевые слова: композиция, руда, флотация, флотореагент, вспениватель, минеральное сырьё, органические и неорганические ингредиенты, отходы производств.

Keywords: composition, ore, flotation, flotation reagent, foaming agent, mineral raw materials, organic and inorganic ingredients, industrial waste.

Известно, что при флотационном процессе обогащения руд в качестве реагентов-вспенивателей используют обычно спирты или продукты, содержащие спирты, такие как сосновое масло, циклогексанол, крезол, реагент Т-66, Т-80, Т-92, МИБК и др. [1], [2].

Указанные выше флотореагенты-вспениватели обладают определёнными недостатками, такие как: дефицитность, высокая стоимость, отсутствие отечественного производства, большой расход флотореагента-вспенивателя, что также влечёт к нарушению селективности процесса и снижению извлечения при разделении ценных компонентов в процессе флотации [4]. Все они производятся за рубежом, что усиливает импортную зависимость государства. Поэтому разработка эффективных составов и технологии получения новых композиционных химических вспенивателей на основе местного сырья и отходов производств Узбекистана является **актуальной и своевременной задачей** [3].

В связи с этим, целью данной работы является создание новых составов импортозамещающего недорогого композиционного химического флотореагента-вспенивателя на основе органоминеральных ингредиентов из местного и вторичного сырья с высокими флотационными свойствами, которые будут способствовать снижению расхода пенообразователя, повышению выхода извлечения и содержания ценных компонентов в концентраты для применения в процессе флотации руд цветных и благородных металлов в производственных условиях.

Объекты и методика эксперимента. Объектами исследования выбраны, в основном, отходы производств: модифицированная госсиполовая смола (отход

масложирового производства), инъекционно-адгезионная фракция – (ИАФ) (отход производства спирта), глицерин, получаемый на основе отходов масложирового производства, конденсированная сульфит-спиртовая барда (КССБ) (отход производства спирта), поверхностное активное вещество - (ПАВ) и вода.

Полученные научные результаты и их обсуждение. Состав композиционного химического флотореагента-вспенивателя зависит от природы, вида, состава, сорбционных и физико-химических свойств органоминеральных ингредиентов и от содержания флотируемых руд. Поэтому с целью разработки эффективных составов композиционных химических флотореагентов-вспенивателей нами были изучены пенообразующая способность, устойчивость и физико-химические свойства разрабатываемых пенообразователей на водной и водно-спиртовой основе.

Флотационные реагенты-вспениватели являются основным средством воздействия на физико-химические свойства поверхности пузырька и частицы. В процессе флотации выход извлечения ценных компонентов зависит от размера пузырька и устойчивости пены в водной среде [5-6].

Для этого проводили лабораторные исследования по устойчивости пены синтезированных флотореагентов-вспенивателей. Пенообразующая способность и устойчивость пены растворов флотореагентов-вспенивателей определяли по ГОСТ 23409.26-78 [7].

В таблице 1 приведены результаты пенообразующей способности (П, %) и устойчивости (У, %) пены синтезированных флотореагентов-вспенивателей.

Таблица 1.

Устойчивость пены водных растворов разработанных флотореагентов-вспенивателей

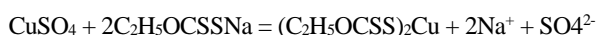
№	Образцы	Объем раствора, мл	Время, мин					Пенообразующую способность, %	Устойчивость пены, %	Примечание
			0	5	10	20	30			
			Объем пены, мл							
1.	1-состав	200	300	280	260	240	220	150	96	мелкие пены
	после 30 мин		290	260	240	230	217			
2.	2-состав	200	500	340	260	240	220	250	94	очень мелкие пены
	после 30 мин		470	360	320	240	220			
3.	3-состав	200	330	310	300	290	290	165	не изм.	крупные пены
	после 30 мин		600	550	520	500	465			
4.	4-состав	200	330	250	230	225	217	165	91	мелкие и крупные пены
	после 30 мин		300	245	228	220	215			
5.	Флотореагент Т-92	200	220	215	210	208	205	110	100	мелкие и крупные пены
	после 30 мин		220	215	210	208	205			

Из полученных данных видно, что разработанные образцы образуют пены различного размера. Образцы №1, №3 и №4 по способности пенообразования лучше, чем остальные образцы, а образцы №1 и №3 по кинетике устойчивости пены дали хорошие результаты, чем образцы №2 и №4. Пены высотой от 60 см³ до 100 см³ формируется в течение 15 минут,

при этом интенсивного разрушения в объеме не наблюдали.

Механизм взаимодействия флотореагентов-вспенивателей в процессе флотации сульфидных руд цветных металлов можно представить следующим образом: для успешной флотации сульфидных руд цветных и благородных металлов их поверхность

гидрофобизируется сульфидными собирателями (ксантогенатами, аэрофлотами). Для химического закрепления анионов ксантогената на минеральной поверхности необходимо, чтобы на сульфидной поверхности начались процессы окисления серы. Все эти процессы происходят с помощью воздушного пузырька, который образуется при добавлении флотореагента-вспенивателя. Тогда происходит обменная реакция, которая имеет следующий вид:



Анионы ксантогената химически связываются с ионами металлов, входят в кристаллическую решетку минерала. Закрепление собирателя и вспенивателя носит мозаичный характер. Он закрепляется на наиболее активных участках энергетически неоднородной поверхности минералов с помощью флотореагента-вспенивателя. После обработки вспени-

вателем на поверхности сульфидов образуются гидрофобные нерастворимые соединения. В процессе флотации выход извлечения ценных компонентов зависит от размера пузырька и устойчивости пены в водной среде.

Разработанные композиционные химические флотореагенты-вспениватели в дальнейшем исследованы по извлечению цветных металлов флотационным методом обогащения в лабораторно-производственных условиях на ООФ ЦЛНТ АО «Алмалыкский ГМК» с участием сотрудников ГУП «Фан ва тараккиет» с целью определения возможности использования новых реагентов-вспенивателей, в качестве альтернативы реагента Т-92.

Для лабораторных исследований использовалась проба текущей медно-молибденовой руды месторождения «Кальмакыр». Химический состав и фазовый анализ данной пробы приведен в таблицах 2, 3.

Таблица 2.

Химический состав руды

Наименование пробы	Cu	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	SiO ₂	S _{общ}	Fe	Mo	Au	Ag
Руда 2020 г.	0,36	16	3,58	2,7	43	1,8	4,9	0,0078	0,96	4,7

Как видно из таблицы, в составе руды имеются в малых количествах цветные и благородные металлы, которые нуждаются в обогащении.

Таблица 3.

Фазовый состав руды

Содержание фазовых составляющих				Содержание Cu в сумме фракций, %	Сульфидность, %
Окисленные минералы		Сульфидные минералы			
Свободные	Связанные	Первичные	Вторичные		
0,01	0,01	0,01	0,41	0,46	94,7

Первоначально было предоставлено пять образцов вспенивателей № 1, 2, 3, 4, 5. Опыты на всех образцах проводились в открытом цикле с получением черного концентрата. Результаты опытов, постав-

ленных с использованием экспериментальных образцов вспенивателей, сравнивались со стандартным опытом, поставленным с Т-92. Полученные результаты приведены в таблице.

Таблица 4.

Результаты опытов в открытом цикле на расход вспенивателей

Постоянные условия опытов: измельчение - 21 min. до содерж. кл.-0,071 mm 69%; в/м-9g/t; CaO до pH 10,5-11,0. основная фл.: 5 min; kst.-17g/t; контрольная фл.: 7 min; kst.- 7g/t;

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	Примечание
		Cu	Cu		
Концентрат основн.	4,41	8,0	84,91	Экспериментальный образец №1 30 g/t	
Концентрат контр.	1,39	1,8	6,02		
Концентрат чернов.	5,9	6,41	91,02		
Хвосты отвал.	94,2	0,04	9,07		
Исходная руда	100	0,42	100		
Концентрат основн.	5,64	6,1	80,68	Экспериментальный образец №2 56 g/t	
Концентрат контр.	1,79	1,5	6,3		
Концентрат чернов.	7,63	5,00	86,78		
Хвосты отвал.	92,57	0,06	13,02		
Исходная руда	100	0,43	100		
Концентрат основн.	5,94	5,9	81,37		

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %	Извлечение, %	Примечание
		Сu	Сu	
Концентрат контр.	1,04	2,35	5,67	Экспериментальный образец №4 56 g/t
Концентрат чернов.	7,1	5,37	87,64	
Хвосты отвал.	93,02	0,06	12,96	
Исходная руда	100	0,43	100	

При испытании образцов №3 и №5 при любых расходах пенообразование отсутствовало. По результатам опытов лучшие показатели получены с применением образца №1, извлечение меди в черновой концентрат составило 90,93% при качестве 6,51%, а из образцов №2 и №4 расход вспенивателя 1,8 раз больше чем образец №1. Извлечение меди в черновой концентрат составило 86,98%, 87,04% при качестве 4,99% и 5,37%.

Для подтверждения полученных результатов с применением флотореагента-вспенивателя образец №1 поставлены опыты на расход: (30, 40, 56 g/t). Для сравнения поставлены опыты со стандартным вспенивателем Т-92 с аналогичными расходами.

По полученным результатам опытов было показано, что с увеличением концентрации флотореагента-вспенивателя в растворе увеличивается извлечение меди и уменьшается содержание меди в черновом концентрате.

Список литературы:

1. Матвеева Т.Н., Иванова Т.А. Исследование, разработка и апробация новых классов флотационных реагентов для извлечения цветных и благородных металлов из труднообогатимых руд / Плаксинские чтения. 2017, с. 21-24.
2. Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю. Структура, химический состав и физико-химические свойства руды и органоминеральных ингредиентов на основе местного и вторичного сырья и разработка импортозамещающих композиционных химических флотореагентов - вспенивателей на их основе для применения в процессе флотации руд в АО «Алмалыкский ГМК» // Композиционные материалы. 2020. №1. С. 3-12.
3. Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю., Негматов Ж.Н. Исследование новых композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе местного и вторичного сырья для применения в процессе флотации руд цветных металлов в АО «Алмалыкский ГМК». // Композиционные материалы. 2020. №2. С. 50-54.
4. Кенжалиев Б.К., Тусупбаев Н.К., Медяник Н.Л., Семушкина Л.В. Изучение физико-химических и флотационных характеристик композиционных флотореагентов // Разработка полезных ископаемых. 2019, Т. 17, № 3, с. 4-11. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2019-17-3-4-11>.
5. Родина Т.Ф. Флотационные реагенты / Учебное пособие для самостоятельной работы по органической химии // Благовещенск: АмГУ, 2015, с. 36.
6. Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э. Изучение особенности классификации флотореагента – вспенивателя применительно в процессе флотации для обогащения руд цветных и благородных металлов. // Композиционные материалы. 2019. № 3. С. 80.

Выводы. На основе комплексного анализа результатов исследования можно сделать вывод о том, что разработанные флотореагенты-вспениватели образуют хорошую и устойчивую пену, соответствующие существующего флотореагента-вспенивателя марки Т-92.

Таким образом, полученные результаты показывают, что с применением композиционного химического флотореагента-вспенивателя, разработанного сотрудниками ГУП «Фан ва тараккиет» и ООО «КОМПОЗИТ NANOTECHNOLOGIYASI», в сравнении со стандартным вспенивателем Т-92 при одинаковых расходах получены практически равноценные показатели по извлечению меди и качеству чернового концентрата и рекомендованы к применению в процессе флотации руд цветных и благородных металлов в условиях АО «Алмалыкский ГМК».

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДРЕНАЖНО-КРОВОГОВО ОРУДИЯ
И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ****Ражабов Яраш Жабборович**

докторант,
Бухарский филиал ТИИИМСХ,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: hamroyev1995@bk.ru

Исаков Зафар

студент,
Бухарский филиал ТИИИМСХ,
Республика Узбекистан, г. Бухара

Сафаров Шавкат

студент,
Бухарский филиал ТИИИМСХ,
Республика Узбекистан, г. Бухара

IMPROVED DRAINAGE-MOLE TOOLS AND THE TECHNOLOGY OF ITS APPLICATION**Yarash Razhabov**

doctoral students, TIAME Bukhara branch,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Zafar Isakov

student, TIAME Bukhara branch,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Shavkat Saferov

student, TIAME Bukhara branch,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В этой статье с обоснованными параметрами разработаны усовершенствованные дренажно-коровые орудия и технология их применения для сильнозасоленных земель в орошаемых землях. Существующие дренажно-коровые орудия имеют некоторые недостатки, такие как наличие одного рабочего органа меньшей производительности, во время работы теряется устойчивость хода из-за глубины орудия и слабости его рамы.

ABSTRACT

In this article, with justified parameters, improved drainage-mole tools and technology for their use for highly saline lands in irrigated lands have been developed. The existing drainage-mole tools have some disadvantages, such as, they have one working body, less productivity, during operation, the stability of the stroke along the depth of the tool and the weakness of its frame are lost.

Ключевые слова: дренажно-коровое орудие, засоленная почва, рабочий орган, конус цилиндра, стальной трос, рама, маркер.

Keywords: drainage mole tool, saline soil, working body, cone cylinder, steel cable, frame, marker.

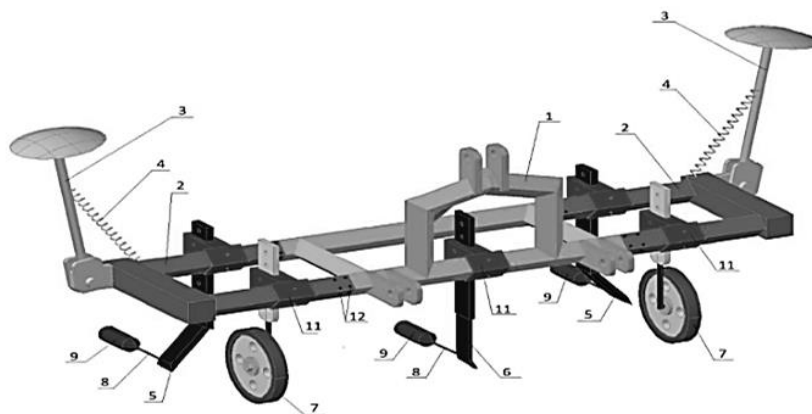
Предлагаемое новое усовершенствованное дренажно-коровое орудие имеет высокую производи-

тельность, высокий коэффициент использования машины (КИМ), и крайние рабочие органы выполнены

с наклонными стойками для сохранения от обваливания сверху оболочек кротового дренажа. Он имеет ширину захвата до 4 м, рама состоит из трех частей, средняя рама навешивается на трактор с трехточечным соединением, на средней раме с двух сторон внутри надеваются П-образные рамы с шириной захвата до 1 м и между рабочим органом боковым и средним – по 2 м, и можно уменьшить их расстояние до 1 м. Глубина формирования кротовых дренажей выбирается в зависимости от механического состава и степени засоленности почвы. Рабочий орган для формирования кротовых дренажей – конус цилиндра – имеет диаметр 0,105–0,110 м, высота стойки – 1,0–1,2 м, длина стального троса, соединяющего стойки с конусом цилиндра, – 0,30–0,35 м, ширина захвата волнообразного долота – 0,055–0,080 м, угол установки рабочего органа – 27–30°, и скорость движения агрегата – 1,24–1,36 м/с. При этих параметрах обеспечивается качественное выполнение технологического процесса. При применении дренажно-кротового орудия в сильнозасоленных почвах

уменьшаются вредные соли в почве до 5–6 раз, коэффициент рассоления – 7,4, и это орудие можно применять через 2–3 года. Как известно, во многих странах мира, в том числе в Иране, в Пакистане, в Турции – 50 %, в Индии, в Арабский Республике Египет – 25–30 %, в России – 12 млн га, в Пакистане – 6 млн га, в Узбекистане – 2 млн га земли имеют засоленные почвы, и считается глобальной проблемой их улучшения. В мире сильнозасоленные земли приводят к уменьшению объемов сельхозпродукции на 44–46 % [5].

В ходе исследования применяли современные методы и приборы для измерения тягового сопротивления рабочих органов, изучали засоленность почвы и методы ее определения. Усовершенствованные дренажно-кротовые орудия отличаются от существующих орудий тем, что, у нового орудия имеются три рабочих органа, которые установлены в шахматном порядке на двухрядной раме орудия с шириной захвата до 4 м. А он состоит из следующих узлов, частей и элементов (рис. 1).



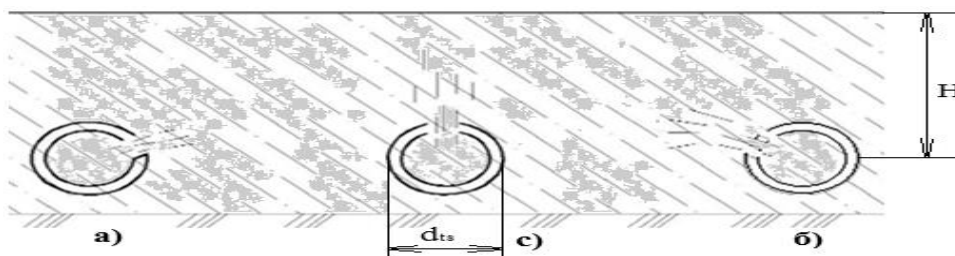
1 – навеска рамы; 2 – П-образные боковые рамы; 3 – маркер; 4 – пружины маркера; 5 – боковые наклонные стойки; 6 – средняя прямая стойка; 7 – опорное кольцо; 8 – стальные тросы; 9 – конус цилиндра; 10 – хомуты для закрепления опорных колец и рабочих стоек; 11 – болты для закрепления боковых П-образных рам

Рисунок 1. Усовершенствованное дренажно-кротовое орудие

В Узбекистане в орошаемых условиях в засоленных почвах впервые применяли с обоснованными параметрами рабочих органов разработанные нами орудия. Орудия испытывали в лабораторных и полевых условиях для обоснования параметров орудия, и получили положительные результаты для уменьшения вредных солей в почве в орошаемом земледелии, и разработали усовершенствованное орудие с оптимальными параметрами [4; 1].

В зонах хлопководства разработаны искусственные кротовые дренажи в междурядьях на 22–25 см для полива водой хлопчатника [2].

Предлагаемые орудия испытывали в лабораторных и полевых условиях и получили положительные результаты для формирования кротовых дренажей перед промыванием почвы осенью (рис. 2).



а) и б) кротовые дренажи из боковых наклонных стоек; в) кротовый дренаж из прямых средних стоек

Рисунок 2. Процесс течения подземных вод в кротовом дренаже

Эксперименты проводили с дренажно-котовыми орудиями в почвенном канале, в лабораторных и полевых условиях изучали формирование кротовых дренажей и изучали общие тяговые сопротивления рабочих органов орудия. Определяем общие тяговые сопротивления усовершенствованных рабочих органов дренажно-котового орудия по следующей формуле [3]:

$$\sum F_{tc} = 3(R_{rez} + F_{sd} + F_{kts} + F_{pkts} + F_{tro} + F_{ktsy} + F_{ioy}) + 2(F_{opk} + F_{mar}) \quad (1)$$

Здесь: $\sum F_{tc}$ – общее тяговое сопротивление дренажно-котового орудия, кН;

R_{rez} – сопротивление почвы для резания клиновидной стойкой, кН;

F_{sd} – сопротивление волнообразного долота, кН;

F_{kts} – сопротивление конуса цилиндра, кН;

F_{pkts} – сопротивление от прилипания почвы на поверхности конуса цилиндра, кН;

F_{tro} – сопротивление троса, кН;

F_{ktsy} – сопротивление рабочей стойки от прилипания почвы сбоку, кН;

F_{ioy} – сопротивление рабочей стойки, кН;

F_{opk} – сопротивление опорного кольца, кН;

F_{mar} – сопротивление маркера, кН.

Во время работы дренажно-котовых машин требуется $\sum F_{tc} = 27 \div 33$ кН силы. После этого определяем общие напряженные состояния при образовании кротового дренажа на определенной глубине (60, 70, 80 см) в почве.

$$\sigma_{ov} = \frac{3B_s \cdot \gamma}{2k_r tg \varphi} \cdot \left[e^{(k_r tg \varphi (\frac{2H}{B_s}) - 1)} \right] + q \cdot e^{(k_r tg \varphi (\frac{2H}{B_s}))} \quad (2)$$

Здесь: σ_{ov} – общие напряженные состояния при работе рабочих органов конуса цилиндра, МПа;

B_s – ширина оболочки сформированных кротовых дренажей в определенных глубинах (H) обработки почвы, м;

$k_r = 1 + 2tg^2 \varphi$ – коэффициент Кистеносен;

q – давление от нагрузки почвы, МПа.

С помощью уравнения (2) рассчитывали общие напряженные состояния при работе предлагаемыми орудиями в пределах $\sigma_{ov} = 3,9 - 4,2$ кН/м².

Во время работы дренажно-котового орудия требуются мощности:

$$N_{kd} = \frac{\sum F_{tc} \cdot V_{kd}}{\eta_{kd}} \text{ кВт}; \quad N_{kd} = 52 \div 79 \text{ кВт} \quad (3)$$

Здесь: N_{kd} – мощность дренажно-котовой машины, кВт;

V_{kd} – скорость движения машины кротового дренажа, м/с;

$\eta_{kd} = 0,80 - 0,85$ – КПД машины.

Эксплуатационная годовая производительность машины дренажно-котового орудия (км/час) определяется по следующей формуле:

$$P_{ek} = P_{ek.ch.sr.chas} \cdot T_{f.chas} \quad (4)$$

При работе предлагаемого орудия перед зимой требуется промывка с промывными нормами, варианты промывки приведены в табл. 1, а также нормы и сроки приведены в нижней графе. Опыты проводили в 3 вариантах. 1-й вариант – обычная пахота на глубину 0,35 м; 2-й вариант – пахота на глубину 0,35 м с дополнительным рыхлением с чизелем рыхлителем, и 3-й вариант – пахота на глубину 0,35 м и дополнительное формирование кротового дренажа на глубину 0,6 м с дренажно-котовым орудием (табл. 1). Определяли содержание соли до промывки на 18 га экспериментального поля, которое составляло в среднем 0,978 %, а после промывки отмечается уменьшение солей и увеличение коэффициента рассоления.

Экспериментальное исследование при промывке почвы, то есть в 1-й раз – 2300 м³/га (15.12.2013) и 2-й раз – 2200 м³/га (09.01.2013), результаты были изучены во всех трех вариантах, а количество воды на втором поле составило 5500 м³/га; в 1-й раз – до 2200 м³/га (15.12.2013), во 2-й раз – до 1700 м³/га (09.01.2014) и в 3-й раз – до 1600 м³/га (22.02.2014); т.е. 1-й раз – 2300 м³/га (15.12.2013), 2-й раз – 2200 м³/га (02.01.2014) и 3-й раз – 2000 м³/га (22.02.2014), и экспериментальная работа была выполнена в вышеупомянутой процедуре и системе.

Таблица 1.

Результаты исследования, проведенного на 18 га экспериментальных полей

Показатели	Промывная норма, м ³ /га								
	4500			5500			6500		
Варианты	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Содержание солей, %	0,704	0,578	0,467	0,596	0,464	0,389	0,432	0,198	0,132
Коэффициент рассоления	1,4	1,7	2,1	1,6	2,1	2,5	2,2	4,9	7,4

Из таблицы 1 видно, что самый оптимальный вариант для уменьшения соли и увеличения коэффициента расслоения был получен в третьем варианте с рекомендуемым дренажно-котовым орудием. Засоленность – 0,978 %.

Выводы. В результате исследования пришли к выводу, что в Иране, Турции – 50 %, в Индии, в Арабской Республике Египет – 25–30 %, в России – 12 млн га, в Пакистане – 6 млн га, в Узбекистане – 2 млн га земли считается сильнозасоленными землями, что является глобальной проблемой по их улучшению.

1. В условиях орошаемого земледелия для улучшения мелиоративного состояния почвы разработаны усовершенствованные дренажно-котовые орудия, применяемые для осенних промывок почвы.

2. Обосновали параметры дренажно-котового орудия: ширина захвата орудия – до 4 м; диаметр конуса цилиндра – 0,105–0,110 м; высота стойки – 1,0–1,2 м; длина стального троса – 0,30–0,35 м; ширина захвата волнообразного долота – 0,055–0,080 м, угол установки рабочего органа – 27–30° и скорость движения агрегата – 1,24–1,36 м/с, при этих параметрах

обеспечивается качественное выполнение технологического процесса.

3. Разработанные орудия по сравнению с традиционными обработками позволяют образовать котовый дренаж, а проведение промывки солей позволило уменьшить сроки на 15 дней, уменьшение солей по сравнению с начальным показателем 0,978 % до 0,467–0,132 %, коэффициент расслоения составлял 2,1–7,4.

4. Обработка на глубину 0,60 м проведением котового дренажа в годы с достаточным количеством воды позволяет провести промывку с нормой в 6500 м³/га и в случае нехватки воды провести с нормой в 4500 или 5500 м³/га. Применение разработанного дренажно-котового орудия на засоленных почвах позволяет уменьшить расход энергии на 8–12,5 %, затраты труда – на 9,51–12,62 %, эксплуатационные расходы – на 8,07–10,05 %, увеличить производительности труда на 18,5–22,0 % и дает возможность получения 14,5 млн сумов годовой экономической эффективности.

Список литературы:

1. Drenajno-krotovogo orudiya // Paten RUz. № UZ FAP 00727 / Murodov N.M. Jurayev F.U.
2. Drenajno-krotovogo orudiya // Paten RUz. № UZ FAP 00727 / Jurayev F.U.
3. Drenajno-krotovoy ustroysvo. Polijitelnoe resheniy o videche potenta na zayavku № FAP 2019008.
4. Filin A.P. Prikladnaya mexanika tvyordogo deformiruемого tela. – М. : Nauka, 1975. – 132 p.
5. Mironenko V.A. Dimamika podzemnix podzemnix vod. – М., 2001. – 204 p.

АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ МАСЛА ИЗ КУКОЛОК ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА В ПОЛЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ

Хамидов Баходир Тажиддинович

*канд. техн. наук,
Ташкентский химико-технологический институт, РУз, г. Ташкент
E-mail: bkhamidov32@gmail.com*

HARDWARE DESIGN PROCESS OF EXTRACTING OIL FROM SILKWORM PUPAE IN THE FIELD OF CENTRIFUGAL FORCES

Bakhodir Khamidov

*Candidate of Technical Sciences,
Tashkent Institute of chemical technology,
Uzbekistan, Tashkent*

DOI: 10.32743/UniTech.2020.81.12-1.75-77

АННОТАЦИЯ

В статье представлены методика инженерного расчета и аппаратурное оформление полупромышленной установки для извлечения масла из куколок тутового шелкопряда в поле центробежных сил.

ABSTRACT

The article presents a method of engineering calculation and hardware design of a semi-industrial installation for extracting oil from silkworm pupae in the field of centrifugal forces.

Ключевые слова: куколки тутового шелкопряда, экстрагирование, растворитель, насос, гидроциклон, центробежный, извлечения, масляность, эксперимент, исследования, методика, инженерный, расчет, аппаратурное, оформление, полупромышленная, установка.

Keywords: silkworm pupae, extraction, solvent, pump, hydrocyclone, centrifugal, extraction, oil content, experiment, research, technique, engineering, calculation, instrumental, design, semi-industrial, installation.

Анализ современного технического уровня экстракционных аппаратов в масложировой промышленности свидетельствует, что в существующих непрерывных аппаратах процесс экстрагирования при встречном движении взаимодействующих потоков организуется в основном в поле сил гравитации. При обработке мелкодисперсных продуктов, как крупка куколок тутового шелкопряда в поле силы тяжести, возникают значительные трудности, связанные с невозможностью организации противоточного потока мелкодисперсных продуктов – вследствие уноса мелких частиц встречным потоком. При укрупнении же размеров частиц скорость диффузионных процессов падает.

Всё это свидетельствует о злободневности создания и высокоэффективной установки для экстрагирования масла из мелкодисперсной крупки куколок тутового шелкопряда с применением энергии центробежного поля.

В данной главе описывается разработанная нами полупромышленная дискретно-противоточная установка, излагается методика инженерного расчета предлагаемой установки, и приводятся результаты расчета экономической эффективности от реализации разработок диссертации.

Эффективность экстрагирования в системе «твердое тело-жидкость» во многом определяется схемой взаимодействия технологических потоков, реальной гидродинамической обстановкой в аппарате. Конструкция экстрактора должна обеспечивать максимальную производительность, способствовать полному извлечению вещества, получению конечной продукции высокого качества, полностью исключить или свести к минимуму такие нежелательные явления, как продольное перемешивание, слеживаемость материала, байпасирование, неравномерность скоростей потоков по сечению аппарата.

В настоящее время разработано большое количество аппаратов для извлечения целевого компонента из твердых пористых материалов растительного происхождения, отличающихся друг от друга конструктивными и технологическими параметрами.

Анализ свидетельствует о недостаточной их эффективности вследствие низкой производительности, большой энерго- и металлоемкости и нарушений гидродинамических условий взаимодействия технологических потоков.

Исходя из вышесказанного, при разработке методики инженерного расчета и аппаратурном оформлении полупромышленной установки принято следующее:

- определяющим конструктивным признаком является способ и направление транспортировки материала и растворителя;
- среди технологических признаков основным выступает способ контактирования взаимодействующих фаз.

Основным рабочим узлом разрабатываемой установки является гидроциклон, где одновременно протекают процессы экстрагирования масла и механическое разделение жидкой и твердой фаз.

Расчёт гидроциклонов сводится к определению его геометрических размеров, размеров улавливаемых частиц и мощности.

Исходные данные для расчета конструктивных размеров установки: производительность установки, напор насосов, гидромодуль (соотношение обрабатываемого продукта и растворителя). На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований число ступеней установки принимается равным четырем. Первая ступень предназначена для выдержки экстрагируемого материала, а остальные три ступени - для одновременного разделения и извлечения масла в поле центробежных сил [2].

Следовательно, основным исходным параметром первой ступени является время выдержки, а остальных ступеней - производительность установки.

Время выдержки продукта после электромагнитного воздействия, необходимое для исчерпывающего извлечения масла, определяется экспериментальным путем. По известному времени выдержки, и производительности установки рабочий объем гидроциклона определяется из выражения:

$$V_{ц} = V_{сек} \tau \quad (1)$$

где $V_{сек}$ - производительность установки по суспензии, м³/с; τ - время выдержки, с.

Расход суспензии с плотностью ρ_c через подводящий патрубок, диаметр, которого d_{ex} при перепаде давления в циклоне ΔP можно определить по формуле:

$$V_{сек} = \mu_o \frac{\pi d_{ex}^2}{4} \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_c}} \quad (2)$$

где μ_o - коэффициент расхода.

Введем в правую часть этого уравнения диаметры циклонов D и нижнего патрубка d . Получим

$$V_c = C_o (Dd_x) \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_c}} \quad (3)$$

Число

$$C_o = m_o \left(\frac{\pi/\sqrt{2}}{4} \right) \left(\frac{d_n}{Dd_x} \right) \quad (4)$$

Введя в уравнение (4.3) коэффициент

$$K = \frac{C_o}{\sqrt{\rho}} \quad (5)$$

получим расчетную формулу для расхода суспензии:

$$V_o = KDd_x \sqrt{\Delta P} \quad (6)$$

Из опытных данных следует, что $K = 0.5$.

Из уравнения (5) определяется диаметр нижнего отводного отверстия. Неизвестный диаметр гидроциклона в этой формуле определяется из выражения

$$D = 5d_{ex} \quad (7)$$

Диаметр входного отверстия определяется по формуле

$$d = 0,017 \sqrt{\frac{V_c}{\Delta P}} \quad (8)$$

Диаметр сливной трубы определяется по формуле

$$d_c = \frac{V_c}{850\sqrt{\Delta P}} \quad (9)$$

Скорость потока суспензии в гидроциклоне можно разложить на составляющие (скорость среды ω , радиальную v_r и осевую v_z), значения которых являются функцией давления в аппарате p , расстояния от центра гидроциклона r и высоты z :

$$\omega, v_r, v_z = f(P, r, z) \quad (10)$$

причем, установлена зависимость $\omega r^n = const$

Движение частиц в гидроциклоне должно быть описано с учётом действия архимедовых сил

$$G_A = \frac{m_{ж} \omega^2}{2} \quad (11)$$

При осаждении в поле центробежных сил силой тяжести и архимедовой силой можно пренебречь. Для определения продолжительности следует сопоставить действие центробежной силы G_u и сопротивление среды F_c .

При этом окружную скорость потока ω_r удобно выразить через угловую $\omega_r = \omega r$, а скорость осаждения ω_{oc} (равную радиальной скорости v_r) как производную пути по времени ($\omega_{oc} = \frac{dr}{dt}$).

Если осаждение характеризуется законом Стокса ($Re < 0,2$), из потока выделяются наиболее мелкие частицы. При $G_u = F_c$ имеем

$$\frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho_{мс} \cdot \frac{[\omega_r(r)]^2}{r} = 3\pi d_r \mu_c \frac{dr}{dt} \quad (12)$$

Разделим переменные и выполним интегрирование

$$\int_0^r d\tau = \frac{18\mu_c}{d_r^2 \rho_{mv}} - \int_{r_1}^{r_2} \frac{r dr}{[\omega_r(r)]^2} \quad (13)$$

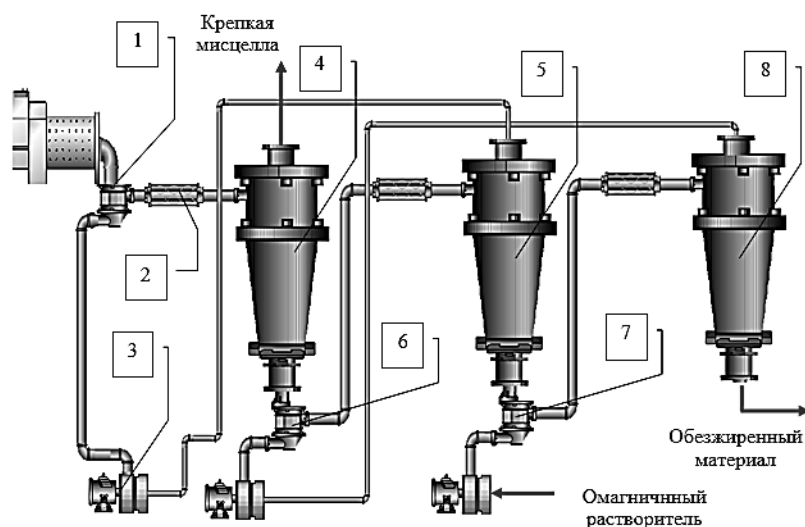
$$\tau = \frac{18\mu_c}{d_r^2 \omega^2 \rho_{mv}} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1} \quad (14)$$

Максимальный размер частиц, уходящих со сливом, определяется по следующей эмпирической формуле:

$$d_r = \sqrt{\frac{18\mu_o r_1 V_c}{(\rho_{mv} - \rho) \omega_i}} \quad (15)$$

По результатам выполненных нами в МП "ТАДКИКОТ" расчетов изготовлены чертежи и техническая документация и создана полупромышленная установка для извлечения масла в поле центробежных сил, схема которой представлена на рис. 1 [1].

Исходный экстрагируемый материал и мисцелла из последующей ступени установки поступают в смеситель 1, откуда в виде потока циркулирующей мисцеллы через трубки с электромагнитным аппаратом 2 направляются в гидроциклон 4. Последний предназначен для выдержки обрабатываемого продукта в течение определенного времени, необходимого для полного извлечения масла из твердых частиц крупки. Предварительно омагниченный чистый растворитель поступает в последнюю ступень установки.



1 - инжекционный смеситель; 2 - электромагнитный аппарат; 3 - насос; 4, 5, 8 - гидроциклон; 6, 7 - смесители.

Рисунок 1. Полупромышленная дискретно-противоточная установка

Таким образом, соблюдается противоточное движение экстрагируемого материала и растворителя в аппарате. Движение материала и растворителя внутри одной ступени установки прямоточное. Для увеличения соотношения мисцеллы и экстрагируемого материала поток выделенной мисцеллы в гидроциклоне 5 рециркулируется насосом 3, тем самым повышается скорость суспензии, что позволяет ор-

ганизовать необходимое для максимального разделения смеси центробежное поле. Между ступенями установки установлены смесители 6, 7, выполненные в виде тройника, служащего для перемешивания потоков. Обезжиренный шрот в виде сгущенной смеси с мисцеллой из гидроциклона 8 направляется на дальнейшую обработку. Крепкая мисцелла, очищенная в гидроциклоне 4 от твердых частиц накапливается в сборнике и направляется на дистилляцию.

Список литературы:

1. Б.Т. Хамидов, К.У. Сокиева, А.О. Жабборов. Экстрагирование масла из мелкодисперсных маслосодержащих материалов // Молодой ученый. — 2018. — № 25 (211). — С. 148-151.
2. Сарболаев Ф.Н., Хамидов Б.Т. Исследование процесса экстрагирования масла из куколок тутового шелкопряда в поле низкочастотных вибрационных колебаний // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 11 (68).

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ МАСЛА ИЗ КУКОЛОК ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА

Хамидов Баходир Тажиддинович

канд. техн. наук,

Ташкентский химико-технологический институт, РУз, г. Ташкент

E-mail: bkhamidov32@gmail.com

APPLICATION OF AN ELECTROMAGNETIC FIELD TO INTENSIFY THE PROCESS OF EXTRACTING OIL FROM SILKWORM PUPAE

Bakhodir Khamidov

*Candidate of Technical Sciences,
Tashkent Institute of chemical technology,
Uzbekistan, Tashkent*

DOI: 10.32743/UniTech.2020.81.12-1.78-81

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследования процесса экстрагирования масла из куколок тутового шелкопряда в поле электромагнитного воздействия. Экспериментальные исследования свидетельствуют о том, что одним из эффективных средств воздействия на пограничную жидкостную пленку на поверхности твердого тела является наложение электромагнитного воздействия.

ABSTRACT

The article presents the results of a study of the process of extracting oil from silkworm pupae in the field of electromagnetic influence. Experimental studies show that one of the most effective means of influencing the boundary liquid film on the surface of a solid is the imposition of electromagnetic influence.

Ключевые слова: куколок тутового шелкопряда, экстрагирования, экстракционная колонна, электромагнит, воздействия, извлечения, маслячность, эксперимент, исследования.

Keywords: silkworm pupae, extraction, extraction column, electromagnet, impact, extraction, oil content, experiment, research.

На основании анализа теории процесса извлечения и экспериментального определения гидромеханических и диффузионно-термических свойств твердых материалов маслячной обработки было установлено, что процесс извлечения с участием твердой фазы ограничен скоростью медленного возникновения внутренней диффузии и характеризуется продолжительностью и поведением, а также общей физической структурой твердого вещества [2].

Интенсификация процесса экстрагирования может быть достигнута энергичным воздействием на жидкостную пограничную пленку на поверхности частиц твердого простого тела с целью уменьшения её толщины и создания в ней пульсаций для осуществления турбулентного переноса вещества [1].

Исходя, из литературных анализов, посвященных интенсификации массообменных процессов, особенно в системе "жидкость твердое тело" применения электромагнитного воздействия недостаточна изучены.

Электромагнитная обработка заключается в кратковременном воздействии поля на обрабатываемую систему, после чего последняя возвращается к условиям, существовавшим до обработки. Есте-

ственно предположить, что жидкость после кратковременного воздействия магнитного или другого поля немедленно возвратится к исходному состоянию и приобретет первоначальные свойства.

Вопрос возможности применения кратковременного воздействия магнитных полей, следовательно, сводится к возможности сохранения остаточных явлений после воздействия поля.

Наиболее значительные изменения структуры и свойств под влиянием кратковременных воздействий магнитных полей можно ожидать для растворов, содержащих сильно поляризующие и легко поляризуемые молекулы.

Поскольку поляризующее влияние и поляризуемость различных молекул неодинаковы, частота процесса перемещения электронных оболочек атомов и смещение электронных объектов в молекулах различны. В силу этого действие магнитного поля на раствор должно зависеть от природы экстрагируемых веществ и их концентрации.

В целях определения интенсифицирующих способов нами в лабораторных условиях был проведен ряд экспериментов.

Опыты проводились на установке (рис.1), состоящей из следующих узлов: экстракционной колонны 1, электромагнитного аппарата 2, лабораторного трансформатора 3, системы подачи растворителя 4 и контрольно-измерительных приборов 5.

Основные характеристики установки: внутренний диаметр 40 мм, высота 90 мм. Исследованию подвергались крупки куколок тутового шелкопряда

с маслячностью 20%, влажностью 6-8% и средним размером частиц 100-250 мкм. В качестве растворителя использовался экстракционный бензин. Условия проведения опытов: продолжительность экстракции 15 мин, скорость потока растворителя 0,9 см³/мин, напряженность электромагнитного поля 70-90 кА/м, высота слоя 14 мм, температура процесса 200°С.

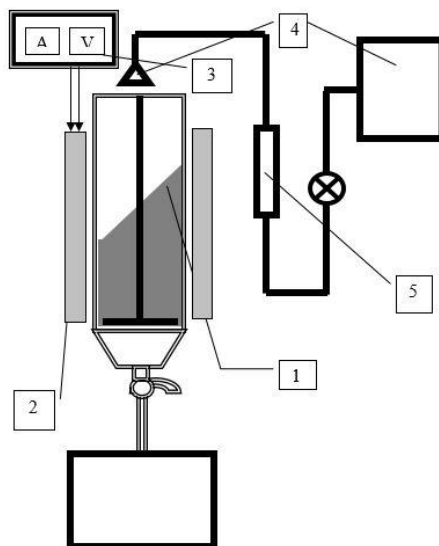
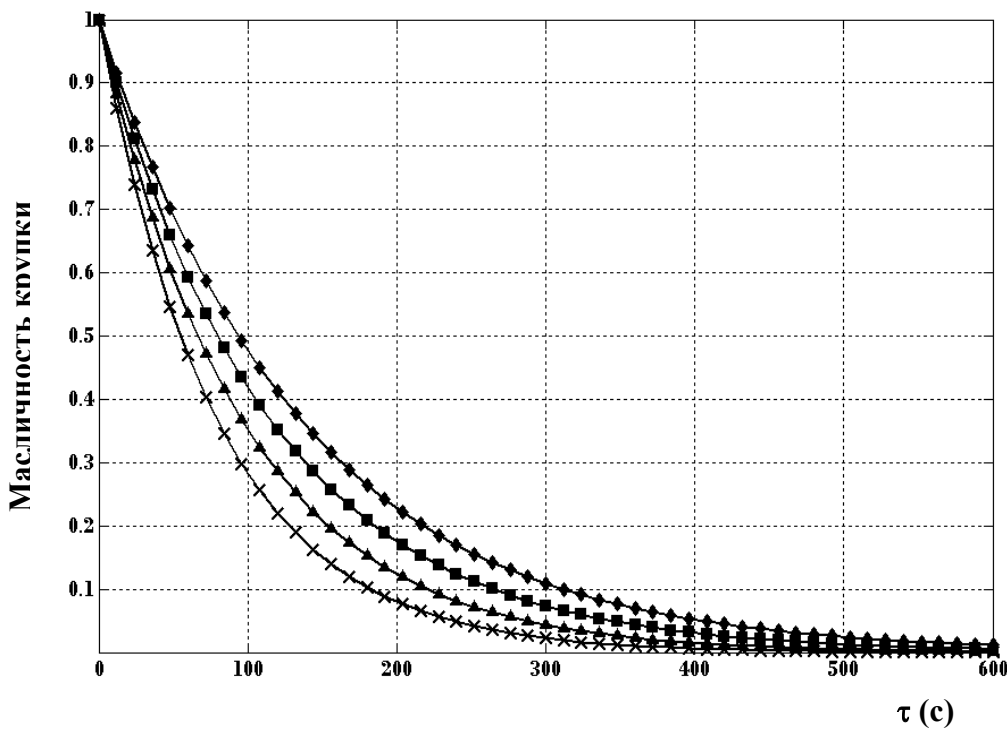
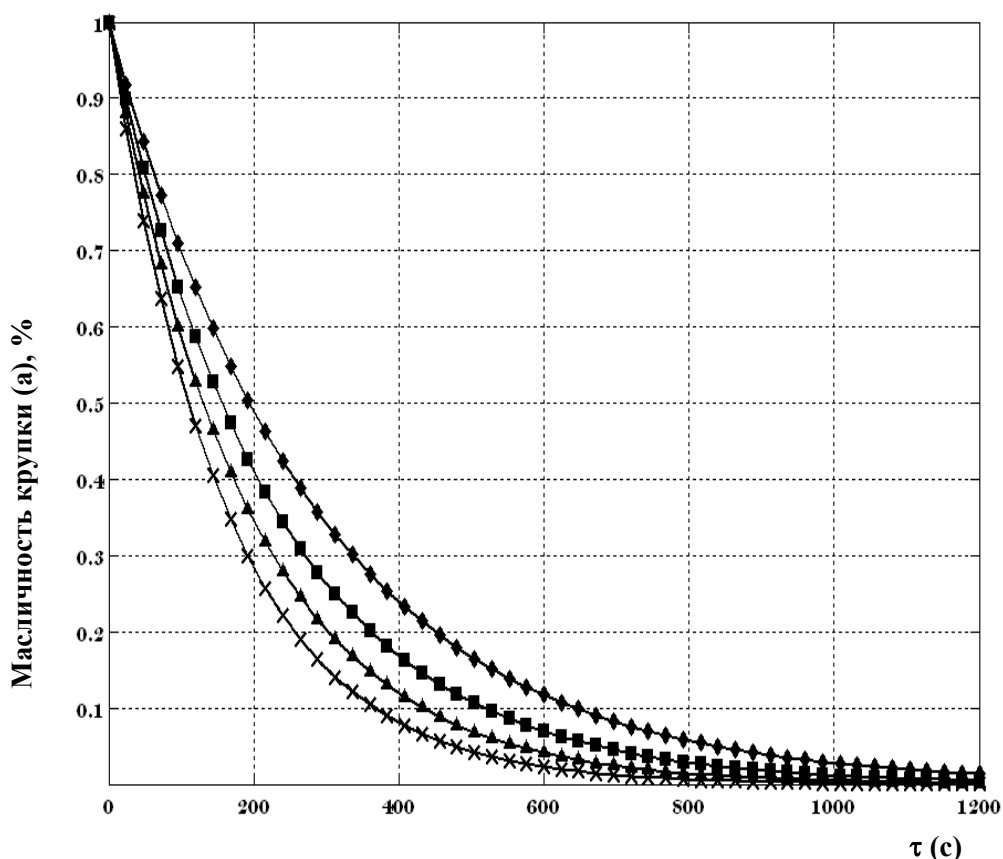


Рисунок 1. Экспериментальная установка для исследования процесса извлечения масла из куколок тутового шелкопряда в поле электромагнитного воздействия



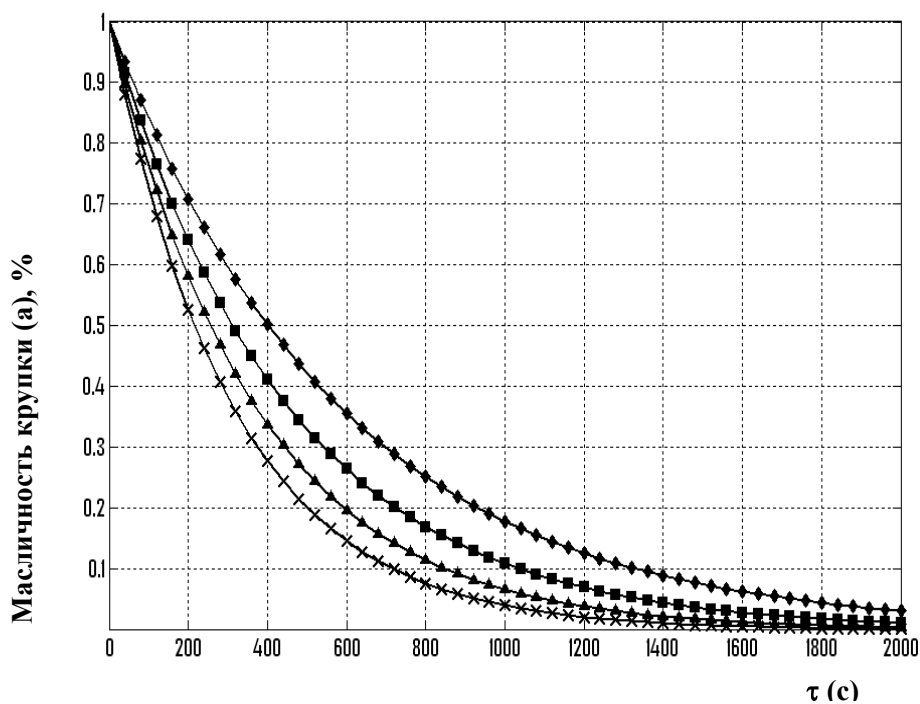
◆ - при $H = 68 \text{ кА/м}$; ■ - при $H = 72 \text{ кА/м}$; ▲ - при $H = 76 \text{ кА/м}$; X- при $H=80,6 \text{ кА/м}$.

Рисунок 2. Изменение маслячности крупки куколок тутового шелкопряда по времени в поле электромагнитного воздействия при $d= 100 \text{ мкм}$, $v=1,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{с}$, $\nu=50 \text{ Гц}$.



◆ - при $H = 68 \text{ кА/м}$; ■ - при $H = 72 \text{ кА/м}$; ▲ - при $H = 76 \text{ кА/м}$; ✕ - при $H = 80,6 \text{ кА/м}$.

Рисунок 3. Изменение масличности крупки куколок тутового шелкопряда по времени в поле электромагнитного воздействия при $d = 150 \text{ мкм}$, $v = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{с}$, $\nu = 50 \text{ Гц}$.



◆ - при $H = 68 \text{ кА/м}$; ■ - при $H = 72 \text{ кА/м}$; ▲ - при $H = 76 \text{ кА/м}$; ✕ - при $H = 80,6 \text{ кА/м}$.

Рисунок 4. Изменение масличности крупки куколок тутового шелкопряда по времени в поле электромагнитного воздействия при $d = 210 \text{ мкм}$, $v = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{с}$, $\nu = 50 \text{ Гц}$.

В колонну через верхний штуцер подавался предварительно омагниченный растворитель, который, извлекая масло из экстрагируемого материала, выходил через нижний штуцер колонны в виде мисцеллы. Полученные результаты приведены на рис.2, 3 и 4.

Положительные результаты, полученные при применении омагничивания растворителя, позволил

применить этот метод для обработки крупки куколок тутового шелкопряда. Выбор в качестве сырья крупки куколок тутового шелкопряда объясняется повышенной потребностью в масле для нужд народного хозяйства и наличием в куколках тутового шелкопряда масла в количестве, достаточном для промышленной переработки.

Список литературы:

1. Сарболаев Ф.Н., Хамидов Б.Т. Исследование процесса экстрагирования масла из куколок тутового шелкопряда в поле низкочастотных вибрационных колебаний // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 11 (68).
2. Б.Т. Хамидов, К.У. Сокиева, А.О. Жабборов. Экстрагирование масла из мелкодисперсных маслосодержащих материалов// Молодой ученый. — 2018. — № 25 (211). — С. 148-151.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЕВЫМ МАТЕРИАЛАМ ГАЗОБЕТОНОВ
И ВЫБОР КВАРЦЕВОГО ПЕСКА В УСЛОВИЯХ ХОРЕЗМСКОГО РЕГИОНА*Бабаев Забибулла Камирович**канд. техн. наук, доц., Ургенчский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Ургенч**Ибрагимов Дилшод Уразбоевич**мл. науч. сотр., Хорезмская академия Маъмуна,
Республика Узбекистан, г. Хива
E-mail: Masharipova.1975@mail.ru*BASIC REQUIREMENTS FOR THE RAW MATERIALS OF GOSOBETONS
AND THE CHOICE OF QUARTZ SAND IN THE CONDITIONS OF THE KHOREZM REGION*Zabibulla Babaev**Cand. tech. Sci., Assoc., Urgench State University,
Republic of Uzbekistan, Urgench**Dilshod Ibragimov**Junior Researcher, Khorezm Academy of Mamun,
Republic of Uzbekistan, Khiva**DOI: 10.32743/UniTech.2020.81.12-1.82-85*

АННОТАЦИЯ

Приведены основные требования к сырью для газобетонов. На основе проведенных научных и практических исследований выявлены возможности производства автоклавных ячеистых газобетонов на основе хивинского кварцевого песка. Данный песок удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кварцевому сырью по ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения». Результаты исследований позволили рекомендовать песок как основное сырье для строящегося завода газобетонов в Хорезмской области.

ABSTRACT

These are articles about the basic requirements for raw concrete and the choice of quartz sand in the conditions of the Khorezm region. On the basis of scientific and practical research, the possibilities of producing autoclaved cellular aerated concrete based on Khiva quartz sand have been revealed. This sand meets all the requirements for quartz raw materials in accordance with GOST 31359-2007 "Autoclaved cellular concrete". The revealed sand is recommended as the main raw material for the construction of aerated concrete plant in the Khorezm region.

Ключевые слова: кварцевый песок, силикатная промышленность, ячеистый бетон, стеновые материалы, гидротермальный синтез.

Keywords: quartz sand, silicate industry, aerated concrete, wall materials, hydrothermal synthesis.

В последние десятилетия силикатная промышленность переживает новый подъем производства за счет модернизации старых и ввода в эксплуатацию новых заводов по производству ячеистых бетонов автоклавного твердения. По приведенным данным М.В. Кафтаевой [5], за 12 лет выпуск ячеистых бетонов автоклавного твердения увеличился в 6,5 раза, а доля среди стеновых материалов, выпускаемых в России, выросла с 6 до 30 %. Только в 2012 г. производство газобетона выросло более чем на 20 %,

превысив объем 7 млн м³. Введены новые мощности, увеличившие потенциал выпуска до 13 млн м³ в год [8]. Автоклавный ячеистый бетон известен давно [9]. Гидротермальный синтез, как и многие другие разработки, был изобретен выдающимся русским ученым К.Д. Хрущевым в середине XIX в. К.Д. Хрущев впервые осуществил гидротермальный синтез при высоких температурах водяного пара (до 350 °С) и очень высоких давлениях [9].

Автоклавный ячеистый бетон является уникальным высокотехнологичным строительным материалом, удачно сочетающим в себе свойства камня и дерева. Он нашел широкое применение во всех климатических зонах России как для малоэтажного, так и для высотного строительства. Промышленное производство автоклавного газобетона для жилищного строительства под названием Durox началось в 1924 г. в Швейцарии на фирме Skovde Gazobeton AB, который по лицензии был распространен в Дании, Франции, Голландии, Норвегии, Румынии и США. В 1947 г. Польша купила у Швеции технологию и частично оборудование фирмы «Сипорекс» и построила у себя несколько заводов автоклавного газобетона, организовала их производство и начала продажу таких заводов. Классическая технология производства автоклавного газобетона, получившая распространение в Европе в начале XX в., предусматривала вспучивание пластической смеси извести, цемента, песка и газообразователя без механических воздействий [2].

В качестве вяжущих материалов для приготовления ячеистых бетонов применяют [7; 10]:

- портландцемент по ГОСТ 31108 и ГОСТ 10178 без добавок трепела, глиежа, трассов, гелинита, опоки, пеплов, содержащий трехкальциевый алюминат (С3А) не более 8 % по массе. Сроки схватывания: начало – не ранее 2 ч, конец – не позднее 4 ч;

- высокоосновную золу, содержащую СаО не менее 40 %, в том числе свободный СаО – не менее 16 %, SO₃ – не более 6 % и R₂O – не более 3,5 %;

- песок;

- известь негашеную кальциевую по ГОСТ 9179, быстро- и среднегасящуюся, имеющую скорость гашения 5–25 мин и содержащую активные СаО + MgO не менее 70 %, «пережога» – не более 2 %.

В качестве кремнеземистого компонента применяют:

- природные материалы – кварцевый песок, содержащий SiO₂ не менее 85 %, илистых и глинистых примесей – не более 3 %. Рекомендуемый предельный размер зерен песка – не более 3 мм с содержанием зерен 0–1 мм 60–80 %, монтмориллонитовых глинистых примесей – не более 1,5 %;

- вторичные продукты промышленности и энергетики;

- золу-уноса теплоэлектростанций, кислая зола-унос ТЭЦ с электрофильтров для сжигания углей должна иметь стекловидных и оплавленных частиц не менее 50 %: потери при прокаливании должны быть не более 3 % для золы бурых углей и не более 5 % для золы каменных углей. Удельная поверхность зол бурого угля должна быть не менее 4000 см²/г и не более 5000 см²/г – для каменноугольных. Зола должна выдерживать испытания на равномерность изменения объема;

- продукты обогащения различных руд, содержащие SiO₂ – не менее 60 %, железистых минералов – не более 20 %, сернистых соединений в пересчете на SO₃ – не более 2 %, пылевидных и глинистых частиц – не более 3 %, слюды – не более 0,5 %;

- продукты собственного производства («горбушки», обрезки).

Для получения поровой структуры ячеистого бетона применяют газо- и пенообразователи, обеспечивающие заданную среднюю плотность и требуемые физико-механические показатели ячеистого бетона. В качестве газообразователя рекомендуется применять алюминиевую пудру по ГОСТ 5494 или пасту на основе алюминиевой пудры. В качестве пенообразователей применяют синтетические и белковые пенообразователи. Для регулирования и улучшения свойств ячеистых бетонов применяют:

- добавки по ГОСТ 24211;

- доменные гранулированные шлаки по ГОСТ 3476;

- гипсовый камень по ГОСТ 4013.

Виды добавок и требования к ним, обеспечивающие качество ячеистых бетонов, должны быть приведены в технологической документации на приготовление ячеистых бетонов конкретных видов. Удельная эффективная активность естественных радионуклидов A_{эфф} в минеральных материалах, применяемых для приготовления ячеистого бетона, не должна превышать 370 Бк/кг в соответствии с ГОСТ 30108. Вода для приготовления ячеистого бетона должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732. Для приготовления ячеистого бетона можно применять воду, пригодную для приготовления обычного бетона. Минимальное содержание в мг/л: растворимых солей – 10000; ионов SO₄ – 2700; ионов Cl – 3500; взвешенных веществ – 300. Все компоненты выбираются в соответствии с требованиями ГОСТ 31359.

Портландцемент, используемый для производства газобетонных изделий, должен соответствовать требованиям ГОСТ 10178 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические требования» и ГОСТ 31108 «Цементы общестроительные. Технические условия».

Исследования в области подбора мелкого заполнителя для плотных силикатных бетонов проводили К.К. Куатбаев [6], изучавший барханные пески Казахстана, Б.Н. Виноградов [1], получивший данные о зависимости прочности силикатных бетонов от минералогического состава мелкого заполнителя. В условиях Узбекистана такие исследования не проводились.

Существует ряд нормативных документов, регламентирующих требования к характеристикам песков, пригодных для производства изделий из ячеистого автоклавного бетона. Так, согласно СН 277 «Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона» [11] при производстве ячеистобетонных изделий следует применять кварцевый песок, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736 «Песок для строительных работ. Технические условия» [4], с содержанием кварца не менее 85 %, слюды – не более 0,5 %, илистых и глинистых примесей (ИГП) – не более 3 % и не более 1 % глинистых примесей типа монтмориллонита. Допускается также применение полевошпатового песка с содержанием кварца не менее 60 %.

Европейские стандарты предъявляют несколько иные требования к сырьевым компонентам, по которым в качестве кремнеземистого компонента должен применяться кварцевый песок без гравия, глины в комках, солей и органических составляющих. Частиц с размером фракции менее 1,5 мм в нем должно

быть не менее 80 %, максимальной фракции 2,0 мм не должно быть более 20 %. Илистых и глинистых примесей (ИГП) в песке допускается не более 3 %, органических примесей не должно быть более 0,3 %. Требования к химическому составу песка приведены в табл. 1

Таблица 1.

Основные требования к кварцевому песку для производства автоклавного ячеистого бетона

Основные компоненты	Наивысшее содержание, %	Желательное содержание
SiO ₂	Неограниченно	В среднем 85 %, в том числе кварца ≥ 80 %
п.п.п.	< 5 %	2–3
Al ₂ O ₃	18	5–7
Fe ₂ O ₃	3	0–1
CaO	1,5	Следы
MgO	2	Следы
K ₂ O+Na ₂ O	1,5	Следы
SO ₄	3	Следы
Cl	Следы	Следы

Исходя из выше приведенных нами в лабораторных условиях были проведены эксперименты, в ходе которых проверены кварц-полевошпатовые пески Янгиарьского, Хивинского, Безерганского месторождений и речной песок Амударьи. Предварительно были проведены испытания на содержание в песках SiO₂, а также илистых и глинистых примесей.

Проверка показала, что пески Янгиарьского, Безерганского месторождений и речной песок Амударьи не соответствуют требованиям нормативных документов, так как они отличаются высоким содержанием илистых и глинистых примесей. В связи с этим названные пески рекомендовано применять после соответствующей промывки. В таблице 2 приведен химический состав кварц-полевошпатовых песков вышеуказанных месторождений.

Таблица 2.

Химический состав кварц-полевошпатовых песков Хорезмской области

Основные компоненты	Желательное содержание	Наименование месторождений		
		Янгиарьское	Хивинское	Безерганское
SiO ₂	В среднем 85 %, в том числе кварца ≥ 80 %	86,06	80,0-95,0	75,0-90,0
п.п.п.	2–3	4,93	3,0–5,0	4,0–6,5
Al ₂ O ₃	5–7	2,64	1,6–2,00	2,6–8,00
Fe ₂ O ₃	0–1	1,25	0,5–0,8	1,5–2,8
CaO	Следы	1,37	0,97–1,2	1,97–2,2
MgO	Следы	0,22	–	0,34
K ₂ O+Na ₂ O	Следы	3,10	2,3–2,5	3,3–4,5
SO ₄	Следы	0,4	–	0,5
Cl	Следы	–	–	–

Как видно из таблицы, наиболее подходящим месторождением кварц-полевошпатовых песков для производства газосиликатных ячеистых блоков автоклавного твердения является Хивинское месторождение. Месторождение приурочено к северной краевой части пустыни Каракум и является западным продолжением Хивинского месторождения, разведанного в 1986 г. Полезное ископаемое – эоловые пески современного четвертичного возраста, образующие пластообразную залежь вскрытой мощностью

(в зависимости от высоты барханов) от нескольких метров до 10,0–25,0 м. Пески светло-желтые, мелкозернистые, по составу кварцевые. Содержат 80,0–95,0 % кварца, до 5,0 % – полевых шпатов, слюды – 0,1–0,4 %, обломки пород – 5,0–10,0 %.

Пески Хивинского месторождения по результатам предварительной проверки показали хорошие результаты (табл. 3) и были испытаны в производственных условиях.

Таблица 3.

Основные параметры кварцевого песка Хивинского месторождения

Удельная поверхность, м ² /кг	Содержание, %		Насыпная плот- ность, кг/м ³	Размолосо- способность	Влажность, %	М _{кр.}
	SiO ₂	ИГП				
300–350	80–96	1,1–3,0	1200–1650	0,6–0,7	6–11	1,1–1,3

Сопоставление полученных данных с основными требованиями, приведенными в таблице 1, позволяет рекомендовать кварцевые пески Хивинского месторождения для производства автоклавных ячеистых газобетонов.

Таким образом, на основе проведенных научных и практических исследований выявлены возможности

производства автоклавных ячеистых газобетонов на основе хивинского кварцевого песка. Данный песок удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кварцевому сырью по ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения». Выявленный песок рекомендован как основное сырье для строящегося завода газобетонов в Хорезмской области.

Список литературы:

1. Виноградов Б.Н. Сырье для производства автоклавных силикатных бетонов. – М. : Стройиздат, 1966. – 278 с.
2. Вишневский А.А., Гринфельд Г.И., Куликова Н.О. Анализ рынка автоклавного газобетона России // Строительные материалы. – 2013. – № 7. – С. 40–44.
3. ГОСТ 31359-2007. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия. – М. : Госстандарт, 2008. – 21 с.
4. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия. – М. : Госстандарт, 1995. – 20 с.
5. Кафтаева М.В. Теоретическое обоснование основных пределов технологии производства ячеистых силикатных материалов автоклавного твердения : дис. ... д-ра техн. наук. – Белгород, 2013. – 297 с.
6. Куатбаев К.К. Ячеистые бетоны на малокварцевом сырье / К.К. Куатбаев, П.А. Ройзман. – М. : Стройиздат, 1972. – 871 с.
7. Кузнецова Г.В., Морозова Н.Н. Технология силикатных стеновых ячеистых материалов автоклавного твердения. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2016. – 120 с.
8. Левченко В.Н. НААГ: 5 лет поступательного развития. НПК «Современный автоклавный газобетон». – Краснодар, 2013. – С. 4–8.
9. Левченко В.Н. Производство автоклавного газобетона в России. История, современность, перспективы // Сб. тр. Научно-практ. конф. «Современное производство автоклавного газобетона» / В.Н. Левченко, Г.И. Гринфельд. – СПб., 2011. – С. 5–9.
10. Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика / Н.П. Сажнев, Н.Н. Сажнев, Н.Н. Сажнева, Н.М. Голубев. – Минск : Стринко, 2010. – 464 с.
11. СН 277-80. Инструкция по изготовлению ячеистого бетона. – Госстрой СССР, 1980.

ВЫБОР РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ «ПЛОСКАЯ РАМА – РОСТВЕРК-ГРУППА СВАЙ» ПРИ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Бузруков Закирё Саттиходжаевич

*канд. техн. наук, доц.,
Наманганский инженерно-строительный институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: zsbuzrukov@mail.ru*

SELECTION OF THE CALCULATION SCHEME OF THE «FLAT FRAME-ROSTER-PILOT GROUP» SYSTEM AT DYNAMIC LOAD

Zakiryo Buzrukov

*Cand. tech. Sciences, Associate Professor
Namangan engineering-construction institute,
Republic of Uzbekistan, Namangan*

DOI: 10.32743/UniTech.2020.81.12-1.86-91

АННОТАЦИЯ

В данной работе излагаются основные данные теоретических исследований плоской рамы на свайных фундаментах. На основе теоретических исследований определены частотные характеристики системы, уточнена динамическая расчетная схема, построена форма собственных колебаний, разработана методика расчета плоской рамы со свайным фундаментом при динамических нагрузках, получено трансцендентное уравнение высокого порядка для определения собственных чисел системы.

Результаты исследований позволяют получить динамические характеристики плоской рамы на свайных фундаментах, необходимые для последующих расчетов.

ABSTRACT

This article explains the main data of theoretical studies of a flat frame on pile foundations. On the basis of theoretical studies, the frequency characteristics of the system were determined, the dynamic design scheme was refined, the forms of natural vibrations were constructed, a method was developed for calculating a flat frame with a pile foundation under dynamic loads, and a high-order transcendental equation was obtained for determining the eigenvalues of the system.

The research results make it possible to obtain the dynamic characteristics of a flat frame on pile foundations, which are necessary for subsequent calculations.

Ключевые слова: динамическое воздействие, расчетная схема, расчетная динамическая модель, сейсмоплатформа, коэффициент постели, трансцендентное уравнение.

Keywords: dynamic impact, calculation scheme, calculated dynamic model, seismic platform, bed ratio, transcendental equation.

Сейсмические колебания сооружения в первую очередь зависят от характера передачи грунтом сейсмических волн сооружению, т.е. от взаимодействия с грунтом. Важную роль играют условия заделки сооружения в основание, тип подстилающих основание грунтов, изменения свойств грунтов и развитие остаточных деформаций в основании при сильных землетрясениях, механизм передачи различными типами фундаментов колебаний грунта сооружению [6; 9].

Повышение эффективности и качества строительства в значительной степени зависит от правильной оценки свойств грунтовых оснований и выбора фундаментов зданий и сооружений. Особые трудности возникают при проектировании фундаментов на специфических, структурно-неустойчивых грунтах,

к которым относятся и лессовые просадочные грунты. Надежное возведение зданий на этих грунтах относится к одной из наиболее важных и сложных проблем современного строительства.

В условиях Узбекистана большая часть застраиваемых территорий сложена лессовыми и другими структурно-неустойчивыми грунтами. Их особенность заключается в склонности к просадке, плывунным явлениям, явлениям разжижения и т.п., которые нередко могут вывести сооружение из строя.

В связи с этими явлениями при проектировании и строительстве в этих условиях требуются соответствующие мероприятия по обеспечению устойчивости грунтов основания.

Исследование, расчет и проектирование сейсмостойких зданий и сооружений, обладающих высокой

надежностью и экономичностью, до сих пор остается весьма сложной и ответственной задачей. Существуют различные, иногда спорные, гипотезы о состоянии зданий во время землетрясений. Это объясняется не только сложностью процессов, происходящих при сейсмических колебаниях зданий, но и недостатком полными данными о характере и величинах сейсмических воздействий. Ученые и строители, занимающиеся сейсмостойким строительством, располагают неполной информацией. Поэтому изучение и обеспечение сейсмостойкости, а также сейсмозащиты зданий и сооружений являются актуальными [1; 2].

Внезапность землетрясений и определенность будущих возможных очагов их возникновения создают большие трудности и сложности на пути ее развития. Так, например, г. Газли до землетрясения 1976 г. относился к несейсмической зоне, и, естественно, данные о движении грунта и колебаниях зданий при первом землетрясении 8 апреля отсутствуют. В ряде случаев при сильных землетрясениях повреждаются сами приборы, регистрирующие колебания. Это ведет к отсутствию многих данных о записях колебаний грунта и зданиях при землетрясениях, которые необходимы для исследования истинной работы сооружений при сейсмических воздействиях.

Поэтому при расчете сооружений, возведенных на фундаментах из свай, на динамические воздействия одной из важнейших является задача подбора такой динамической расчетной схемы, в которой учитывались бы все основные деформированные свойства как материала конструкций и грунта основания, так и самой конструкции сооружения. При этом она должна быть простой и универсальной с точки зрения ее приемлемости для расчетов обширного класса сооружений и реализаций на ЭВМ.

Согласно классификации Н.А. Николаенко [8], существующие расчетные динамические модели сооружений можно разделить на одно-, двух- и трехмерные.

На начальном этапе сейсмостойкого строительства для расчета зданий принималась модель в виде абсолютно жесткого недеформированного тела, сейсмические воздействия представлялись простым гармоническим колебанием.

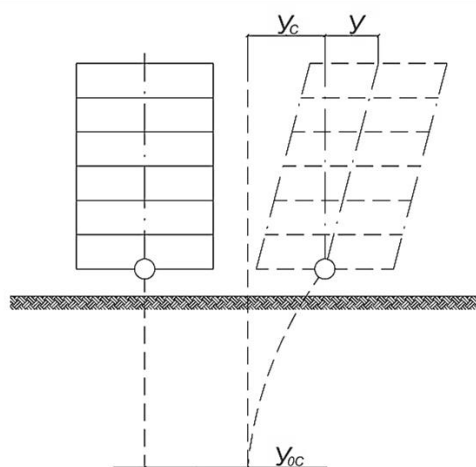
С развитием теории сейсмостойкости эта упрощенная модель была заменена другой – консольным стержнем с сосредоточенными и распределенными массами, который имеет наибольшее распространение и в наши дни. Благодаря своей простоте и полу-

ченным при расчете удовлетворительным результатам эта модель получила широкое распространение в практике проектирования.

В работе [5] расчетная схема здания на свайном фундаменте представлена как система с одной степенью свободы с сосредоточенными массами, заменяющей массу надземных конструкций на уровне ростверка (рис. 1). Задача состояла в определении сопротивления сваи при горизонтальных перемещениях верха сваи.

В [7] разработана расчетная схема системы «здание – фундамент из свай» на сейсмические воздействия, представляющая собой невесомую консоль с $n+1$ степенями свободы, где n – количество сосредоточенных масс, а одна степень свободы отвечает за поворот свайного фундамента в вертикальной плоскости (рис. 2). Масса свай сосредоточена на уровне ростверка. Считалось, что сваи заделаны в ростверк жестко, а сам ростверк принимался недеформируемым телом.

Горизонтальное смещение свайного фундамента происходит вследствие изгиба свай. Поскольку сваи связаны между собой практически недеформируемым жестким ростверком, горизонтальные перемещения всех свай были одинаковыми, а поперечная сила, действующая на ростверк, равномерно распределилась по сваям. Считалось, что междуэтажные перекрытия – абсолютно жесткие диски и стойки (колонны) – являются изгибаемыми элементами.



U_c – перемещение головы сваи; U – перемещение надземной части здания, обусловленное сдвиговыми деформациями; $U_{ос}$ – перемещение основания

Рисунок 1. Расчетная схема здания с жесткой схемой на свайном фундаменте

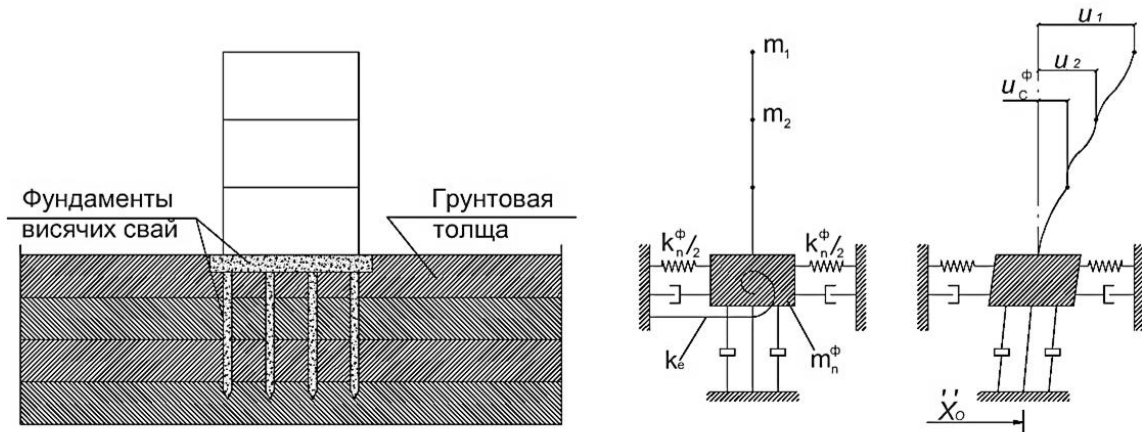


Рисунок 2. Система «здание – фундамент из висячих свай» и соответствующая расчетная схема

Таким образом, из всех наиболее распространенных в настоящее время расчетных моделей, применяемых для исследования работы сооружений совместно со свайными фундаментами при динамических воздействиях, по-видимому, вторая модель наилучшим образом соответствует исследованию работы системы «плоская рама – ростверк-группа свай». Она позволяет учесть почти все необходимые для данного случая факторы.

Вид принятой расчетной модели системы «плоская рама – ростверк-группа свай» представлен

на рис. 3 и 4. Эта модель наилучшим образом соответствует исследованию данной системы, и она позволяет учесть почти все необходимые для данного случая факторы [3].

Расчетная схема представляет собой плоскую раму, опирающуюся через ростверк на k -ое количество свай – стойки, вбитые в лессовый грунт. В расчетной схеме предусмотрены работа ростверков независимо друг от друга и совместная работа как единая плита объединяющих головы свай. Рассмотрены только поступательные поперечные колебания без учета крутильных колебаний.

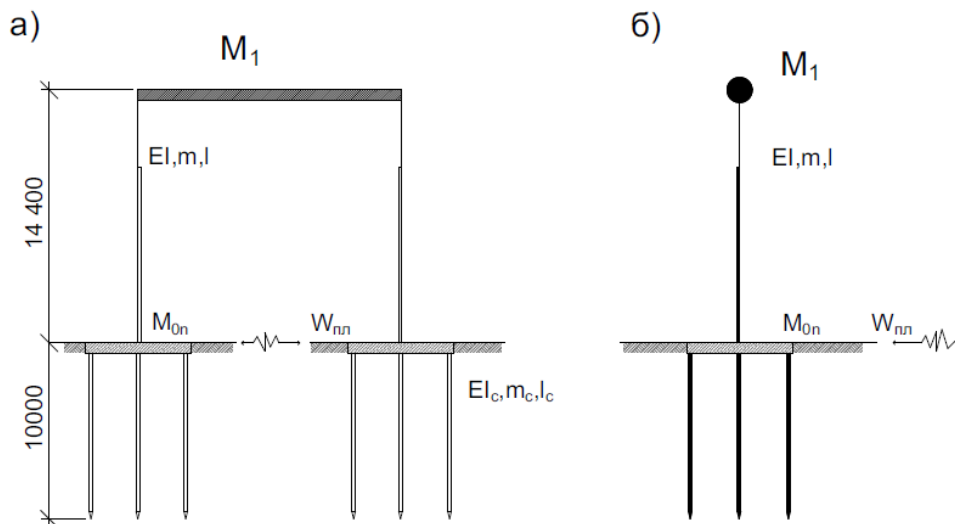


Рисунок 3. Схема плоской рамы на свайном фундаменте: а – схема рамы; б - динамическая расчетная модель

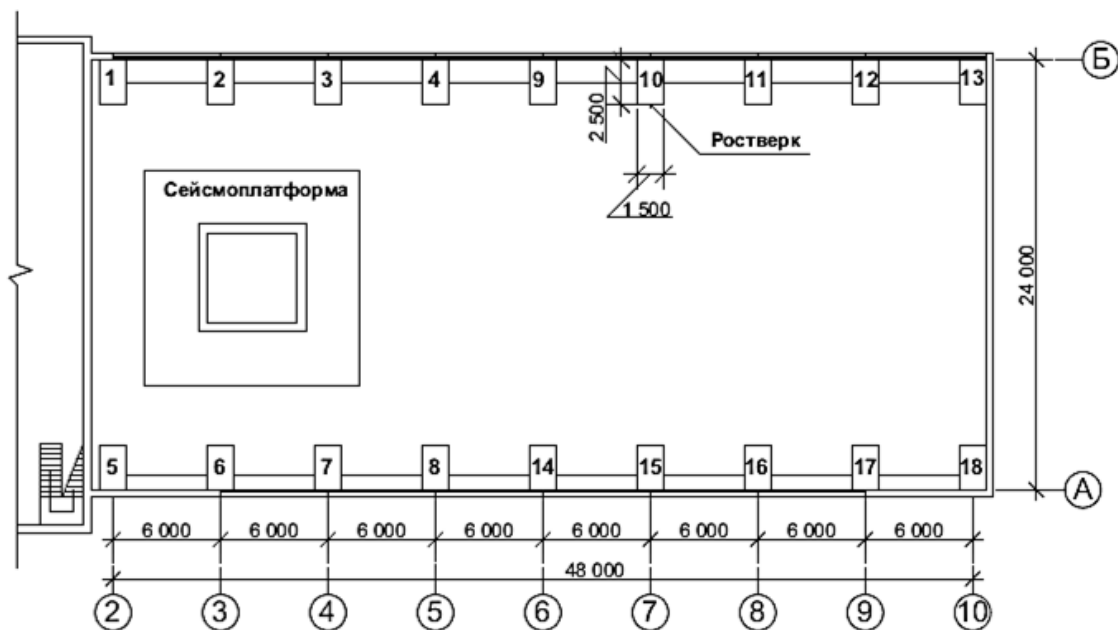


Рисунок 4. Схема последовательности расположения ростверков системы «плоская рама – ростверк-группа свай»

Решения линейной системы дифференциальных уравнений, описывающих деформации элементов сооружений на свайных фундаментах, нахождение динамических, жесткостных, геометрических параметров, корней частотного уравнения, вычисление численных значений смещений, изгибающих моментов, перерезывающих сил и т. д. в замкнутой форме при аналитическом описании динамического воздействия возможно при достаточной точности упростить с помощью ЭВМ.

Цель расчета – обеспечить нормальную работу сооружений, подвергающихся действию динамических нагрузок, возбуждаемых различными промышленными станками, в частности сейсмоплатформой, не допустить резонансных явлений и увести их от этого положения.

Таким образом, задачу динамического расчета системы «плоская рама – ростверк-группа свай» можно сформулировать следующим образом: вычислить собственные частоты и построить формы колебаний, определить изгибающие моменты, перерезывающие силы в точках закрепления элементов системы, получить амплитудно-частотные характеристики системы при различном уровне действий нагрузок, возбуждаемых от сейсмоплатформы и при отдельной работе ростверков, объединяющих головы свай, в том числе в положении крепления их (ростверков) к единой плите в плане.

Наибольшее воздействие при этом получают близрасположенные восемь ростверков. В этом случае дифференциальное уравнение поперечного колебания сваи и стойки рамы представляется уравнениями колебаний балки типа:

$$E_c J_c \frac{\partial^4 W_{ic}}{\partial x^4} + m_c \frac{\partial^2 W_{ic}}{\partial t^2} + k(W_{ic} - W_{пл}) = 0, i = \overline{1, 8}; (1)$$

$$E_c J_c \frac{\partial^4 W_{ic}}{\partial x^4} + m_c \frac{\partial^2 W_{ic}}{\partial t^2} + kW_{ic} = 0, i = \overline{9, 18}; (2)$$

$$EJ \frac{\partial^4 W_i}{\partial x^4} + m \frac{\partial^2 W_i}{\partial t^2} = 0, i = \overline{1, 18}, (3)$$

где m и m_c – погонные массы колонны и сваи-стойки;

E_c и E – модуль упругости бетона сваи и металлической колонны;

J_c и J – момент инерции сечения сваи-стойки и металлической колонны;

W_i, W_{is} и $W_{пл}$ – перемещение колонны, сваи-стойки и сейсмоплатформы;

k – коэффициент постели на уровне сваи-стойки;

i – количество ростверков.

На основе крайних условий и условий сопряжений в концах элементов системы и некоторых преобразований окончательно получено трансцендентное уравнение высокого порядка для определения собственных чисел системы.

$$\mu \alpha^2 \Phi_9 - N \Phi_{10} = 0, (4)$$

где N – количество стоек плоской рамы;

Φ_9 и Φ_{10} – принятые обозначения в полученных выражениях.

Вычисление производилось при следующих физических и геометрических характеристиках (рис. 5):

- длина стойки рамы $l = 14,4$ м;
- длина сваи-стойки $l_c = 10$ м;
- жесткость стойки рамы $EJ = 9,03 \cdot 10^3$ т·м²;
- жесткость сваи-стойки $E_c J_c = 2,03 \cdot 10^3$ т·м²;
- масса стойки рамы $m = 2,3$ т;
- масса сваи-стойки $m_c = 2,05$ т;
- масса n -го ростверка $M_{он} = 6,1$ т;
- масса покрытий $M_1 = 60,78$ т;
- коэффициент постели $k = 10$ т/м²

Таблица 1.

Результаты

Значение коэффициента постели, т/м ²	Собственные числа при формах колебаний		
	1-я форма	2-я форма	3-я форма
0	0,00	0,7537	12,5520
8	3,5431	11,4002	18,7534
10	3,9526	11,4015	18,7916
12	4,3552	11,4084	18,8147
15	4,8577	10,5729	18,8308
20	5,5345	10,6248	18,8429
30	6,7774	12,7264	19,8462

На рис. 5 представлены первые три формы колебаний системы «плоская рама – ростверк-группа свай».

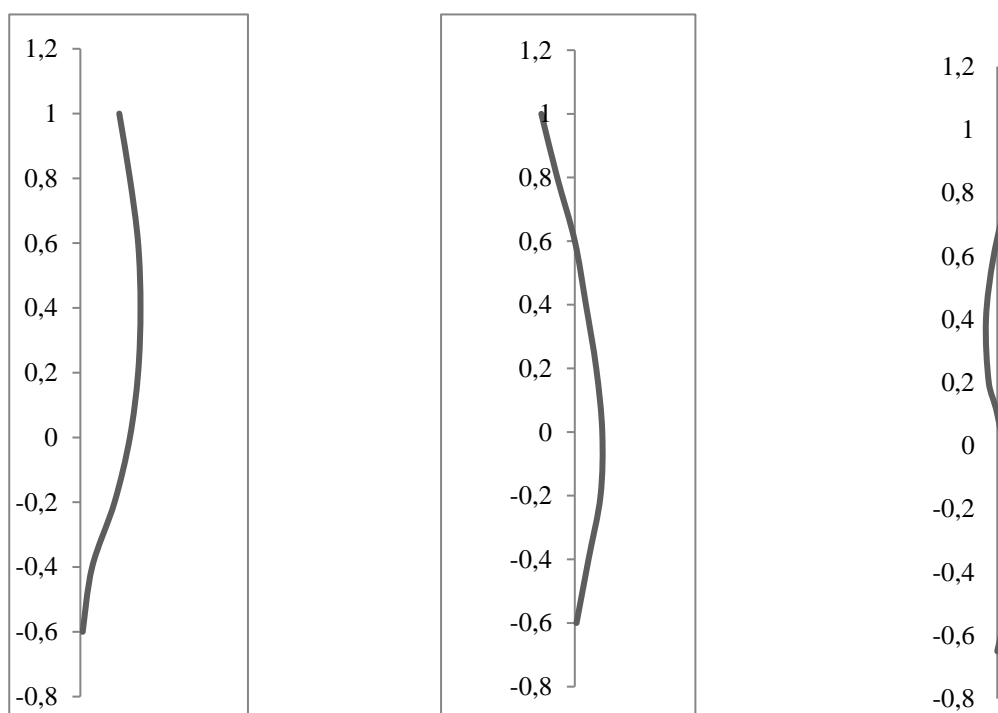


Рисунок 5. Формы свободных колебаний систем «плоская рама – ростверк-группа свай»

Вычисленные корни частотного уравнения (4), соответствующего первым трем формам, равны: $\alpha_1 = 4,6$; $\alpha_2 = 7,64$; $\alpha_3 = 19,9$.

Анализ форм собственных колебаний показывает, система 1-й формы колебаний видимо качественно отличается от формы колебаний обычной одномассовой системы. Это явление можно объяснить тем,

что при наличии на уровне ростверка и покрытий значительной сосредоточенной массы 1-я форма колебаний системы «плоская рама – ростверк-группа свай» получает вид, представленный на рис. 1, для соответствующих чисел – вычисленные корни частотного уравнения (4).

Список литературы:

1. Абдурашидов К.С. Натурные исследования колебаний зданий и сейсмостойкости промышленных зданий. – М. : Наука, 1989. – С. 89–112.
2. Абдурашидов К.С. Натурные исследования колебаний зданий и сооружений и методы их восстановления. – Ташкент : Фан, 1974. – 216 с.
3. Бузруков З.С. Исследование совместной работы плоской рамы и свайных фундаментов при динамических воздействиях : дис. ... канд. техн. наук. –Ташкент, 1993. – С. 78–82.
4. Бузруков З.С. Особенности проектирования фундаментов высотных зданий с учетом грунтовых условий // Вестник науки и образования. – 2020. – № 22 (100). – Ч. 1. – С. 76–79.

5. Джанузаков Б.Б. Исследование сопротивления свайных фундаментов при действии горизонтальных составляющих сейсмических нагрузок : дис. ... канд. техн. наук. – Пермь, 1982. – С. 65–84.
6. Динь Хоанг Нам. Взаимодействие длинных свай с грунтом в свайном фундаменте : дис. ... канд. техн. наук. – М., 2006. – 163 с.
7. Напетваридзе Ш.Г., Двалишвили Р.В., Уклеба Д.К. Пространственные упругопластические сейсмические колебания здания и инженерных сооружений. – Тбилиси : Мецниереба, 1982. – 118 с.
8. Николаенко Н.А. Современные проблемы и пути развития исследовательских работ в области теории сейсмостойкости строительства // Строительная механика и расчет сооружений. – 1982. – № 5. – С. 3–8.
9. Педро Йала. Взаимодействие элементов системы «сваи – ростверк – каркас здания» при сейсмическом воздействии : дис. ... канд. техн. наук. – М., 2000. – 220 с.
10. Buzrukov Z., Khamrakulov A. Joint work of a flat frame and pile foundations under dynamic impacts // 2nd International Conference on Robotics and Mechantronics. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 517. – 2019.

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ВЫПОЛНЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ДЕТАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКЕ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Казакбаева Мухаббат Турабаевна

ассистент,

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

Каллибеков Айдос Полатович

ассистент,

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

ANALYSIS OF THE ACCURACY OF THE PERFORMED GEODETIC WORKS IN THE DETAILED PLANNING OF WORKS IN CONSTRUCTION

Muhabbat Kazakbayeva

*Assistant, Tashkent State Transport University,
Tashkent, Uzbekistan*

Aydos Kallibekov

*Assistant, Tashkent State Transport University,
Tashkent, Uzbekistan*

АННОТАЦИЯ

В данной статье описаны методы планирования строительства, точность планировочных работ и их этапы. В планировке зданий строительная сеть показана методом редукции при строительстве строительных сетей.

ABSTRACT

This article describes construction planning methods, planning accuracy and their stages. In the planning of buildings, the construction network is shown by the reduction method in the construction of construction networks.

Ключевые слова: перенос проекта, планировочные работы, геодезическая точка, строительные сети, метод редукции, триангуляция, трилатерация.

Keywords: project transfer, planning works, geodetic point, construction networks, reduction method, triangulation, trilateration.

Введение

В результате того большого внимания, которое уделяется строительству и созидательной работе в нашей стране, в этой области достигнуты значительные успехи. Кардинально меняется облик городских и сельских поселений, и в результате реализации комплексных мер, направленных на их развитие в соответствии с требованиями современного градостроительства и улучшение условий жизни населения, сегодня наша страна превратилась в крупную строительную площадку. Например, многоэтажные жилые дома в Сергелийском районе, городские комплексы Ташкента в будущем продемонстрируют миру модель городской инфраструктуры Узбекистана. Конечно, в этих работах процесс геодезических работ является одной из основных актуальных задач при переносе проекта, детальной планировке и строительстве.

Основная часть

Многие реформы, особенно в последние годы, не обошли стороной строительный сектор. Приняты

законы и постановления, определяющие основные задачи современного строительства. Измерения, проводимые с помощью современных геодезических инструментов, позволяют не только повысить производительность труда, но и в несколько раз повысить точность измерений. С учетом этого возведение многоэтажных домов, совершенствование масштабных и высокоточных геодезических работ в строительстве и передача проектных геометрических параметров должны осуществляться в рамках строительных норм и правил (СТК) и государственных стандартов. В процессе строительства важными вопросами являются выполнение геодезических работ, использование новых современных инструментов и изучение методов детальной планировки, выбор оптимального варианта и его реализация в строительстве. Самым главным из них является перенос и детальная планировка проекта многоэтажных домов.

Перенос проекта или планировки сооружения (демонтаж) - это перемещение характерных точек

строющегося сооружения с использованием геодезических измерений проекта на основании рабочих чертежей плана и фасада. Он использует генеральный план, который содержит в себе планы сложных структур и предоставляет план красной линии для строительства в городах; рабочие чертежи фундаментов цехов, лавок, агрегатов; план и профиль дорог и подземных коммуникаций; проект вертикальной планировки; сборочные чертежи и др. При перемещении проекта по земле геометрической основой проекта будет ось планирования (разбавления), по отношению к этой оси на данных чертежах указаны размеры деталей конструкции. Главная ось связана геодезическими точками.

Планирование проекта осуществляется в три этапа.

На первом этапе выполняются основные планировочные работы применительно к геодезическим точкам, на основе привязок определяется положение главной планировочной оси на местности и фиксируется на местности специальной отметкой (знаком). Этот этап оформляется актом.

На втором этапе продольная и поперечная оси относительно главной оси закрепляются в месте детального планирования строительства, при этом отмечаются точки и плоскости на ровной поверхности.

Третий этап монтажных работ будет обеспечен геодезически. По завершении строительства фундамента монтажные (технологические) валы будут закреплены, а машина (агрегаты) приведена в расчетное положение.

Построение строительной сети с целью геодезического обеспечения планировочных работ на строительной площадке является обычным явлением, точки строительной сети могут быть выровнены и использованы как основание для высотных отметок путем определения их отметки.

В зависимости от требований к точности планировочных работ следует налаживать строительную сеть. Если M - определить точку здания и сооружения относительно начальной точки строительной сети средняя квадратическая погрешность; m - расстояние здания и точки застройки относительно ближайшей точки строительной сети средняя квадратическая погрешность m ; m_0 - положение строительной сетки относительно начальной точки, если это средняя квадратическая погрешность

$$M = \sqrt{m_0^2 + m^2},$$

Примем что $m_0 = m$

$$M = m_0 \sqrt{2},$$

из которого мы определяем следующие

$$m_0 = M / \sqrt{2}$$

Отсюда следует, что погрешность любой точки строительной сетки не должна превышать m_0 относительно начальной точки. Высотная планировка зданий и сооружений выполняется применительно к

строительным реперам. Перенос проектной отметки с этих точек на здания и сооружения следует производить, устанавливая прибор как можно более однократно.

M_1 - допустимое значение средне квадратичной ошибки относительных высот частей различных конструкций, при котором для определения высоты уровня сетки относительно исходной точки отметки на здании или сооружении должны быть не менее средняя квадратическая погрешность $M_1 / \sqrt{2}$; m_1 - уровень базовой точки относительно начальной точки средняя квадратическая погрешность; m_2 - ошибка передачи от сети базового уровня к строительному реперу. m_3 - если перенос знака из строительной площадки в любую точку здания или сооружения находится средняя квадратическая погрешность

$$M_1 / \sqrt{2} \geq \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}$$

Если взять $m_1 = m_2 = m_3$, мы получим следующее

$$m_1 = m_2 = m_3 \leq M_1 / \sqrt{6}$$

это означает, что наиболее слабым местом сетки базового уровня является средняя квадратическая погрешность (5) должен удовлетворять условию. На строительной площадке создается нулевая точка для облегчения работ по планированию высоты. При разметке точек здания или сооружения уровень в проектной отметке, взятой за основу, принимается за уровень нулевой точки, относительно которого производятся измерения для определения высот.

Такая точка - чистый (немелованный) пол первого этажа, головка рельса на рельсе и так далее. После определения нулевой точки глубина фундамента здания относительно этой точки, высота положения окна определяется простыми измерениями.

Строительная геодезическая сеть. Строительная сеть строится в основном на промышленных площадках, что служит основой для различных планировочных работ, монтажа технологического оборудования и выполнения исполнительных изысканий. Строительная сеть состоит из системы фиксированных базовых точек квадратной или прямоугольной формы, полностью покрывающих строительную площадку. В большинстве случаев оси координат обозначаются буквами, например, для обозначения точек A и B , буквы указывают абсолютные значения абсциссы и ординаты места расположения точки в индексе. Например, координата точки, отмеченной $A3 / B5$, будет $A = 300$, $B = 500$ М. Обозначение точки, координата которой не кратна 100, записывается пикетами, например, если $A14 + 25,65 / B8 + 30,5$, координата такой точки будет $A = 1425,25$ м, $B = 830,5$ м. Требование к точности строительной сети зависит от того, для каких работ она запланирована. Опыт строительства крупных промышленных комплексов показывает, что в большинстве случаев основные планировочные работы связаны с выполнением исполнительной съемки в масштабе 1: 500.

Перемещение строительной сети (в пределах заданной точности) может производиться в несколько этапов расположение соседних точек строительной сети должно быть 1: 10000, а средне квадратичная погрешность построения прямых углов на местности не должна превышать 20".

Сначала на локацию перемещается стартовая линия. Точки *A* и *B* получают в сетке (см. Рисунок 1), координаты этих точек определяются графически из плана, элементы планирования для перемещения *AB* -стороны строительной сетки в полярных координатах путем решения обратной геодезической задачи с использованием координат точек плана в зоне строительства *S*₁ и *S*₂, β_1 и β_2 вычисляются. Чтобы избежать грубой ошибки, рекомендуется переместить третью точку *C* на землю с помощью элементов *S*₃ и β_3 для целей управления.

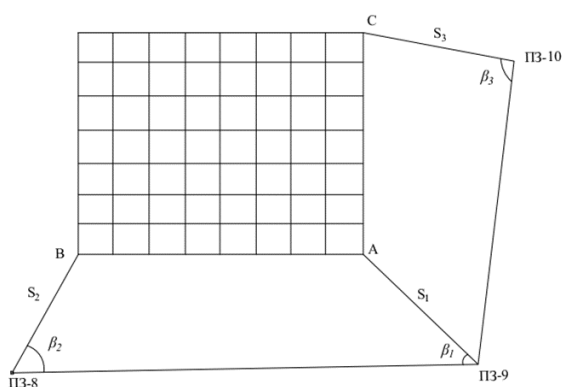


Рисунок 1. Схема отвода стартовой стороны строительной сетки на землю

Как только точки *A*, *B* и *C* перемещаются на землю, измеряется угол *BAC*, указывающий на степень точности выполняемой работы путем поворота на 90° или отклонения.

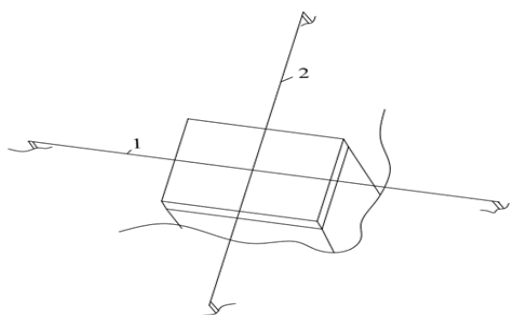


Рисунок 2. Точки крепления с постоянными отметками

Для выполнения приведения составляется план-схема, на которой показаны направленные углы направления и элементы приведения. Например, теодолит устанавливается во временную точку уменьшения, *A'* устанавливается в рабочее состояние,

Поскольку координаты точек *A*, *B*, *C* графически берутся с плана, точность их перемещения составляет от 0,2 до 0,3 мм в масштабе плана. Это не играет большой роли, поскольку весь комплекс переходит от конструкции, рассчитанной на такие размеры. Для создания проекта планировочных работ удобнее иметь строительную сеть, не отличающуюся от координаты проекта и текущей координаты, для которой строительная сеть должна строиться методом приведения. В методе редукции строительная сетка с точностью 1: 1000, 1: 2000 строится по всей площади конструкции, а точки фиксируются временной разметкой. Затем определяются точные координаты плановой сети, закрепленной временной разметкой на местности. На больших территориях плановые сети можно строить в несколько этапов. Основной может служить триангуляция, полигонометрия или угловая сетка, построенная с помощью трилатерации света дальномером. Основные опорные точки размещаются по углам поля, между которыми строится дорога первого порядка по периметру, а между ними - дорога второго порядка. Координаты точек сетки заполнителя - это полигонометрический ход, триангуляция, диагональный четырехугольник, прямое или угловое пересечение и т. д.

Положение точек заправки строительной сети может быть определено методом створа относительно основного полигона на территории. Поскольку точность перемещения строительной сетки в исходное положение осуществляется с точностью 1: 1000, 1: 2000, их координаты могут существенно отличаться от проектных координат после их выравнивания.

Приведение выполняется для определения расчетного состояния точек на месте. Путем решения обратной геодезической задачи по существующим и проектным координатам найдены и измерены относительно временных отметок редукционный β - угол и l -линейный элемент.

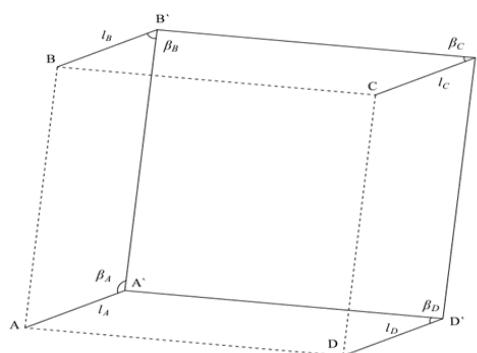


Рисунок 3. Схема редукции строительной сетки

и измеряется угол β_A по отношению к направлению *A'B'*, в каком направлении измеряется линия *AA'*, линейный элемент уменьшения l_A - фиксируется в точке *A*, координата которой равна координате проекта. Таким же образом сокращаются все точки

строительной сети. Приведенные точки сетки крепятся несмываемыми метками (монолитный железобетон, с бетонными реле, сварная труба с меткой или металлическая пластина размером 20X20 см и т. д.).

Чтобы не потерять положение уменьшенной точки при установке стационарных знаков, положение знака восстанавливают путем натягивания нити (лески) на боковые стойки перед установкой знака (рис. 2).

После того, как точки сетки закреплены на месте с помощью перманентной разметки, для контроля измеряются углы и линии. При контрольных измерениях разница длин линий не должна превышать 20 мм, а разница в прямых углах не должна превышать 40". Если при контрольном замере ошибок не обнаружено, то в процессе планирования координаты точек сетки равны проектным, угол между сторонами принимается за угол сетки.

Список литературы:

1. Авчиев Ш.К., Тошпўлатов С.А. Инженерлик геодезияси: Ўқув қўлланма. 1, 2 – қисм. – Тошкент, 2000.
2. Зайцев А.К., Марфенка С.В. Геодезические методы исследования деформаций сооружений: – М.: Недра, 1991.
3. Левчук Г.П., Новак В.Е., Лебедев Н.Н. Прикладная геодезия: геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений – М.: Недра, 1983.
4. Видуев. Н.Г., Ракитов Д.И. Приложение геодезии в инженерно – строительном деле: М.: Недра, 1979.

РАСЧЕТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

Маткаримов Шухрат Адхамович

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

Ахмедов Ахаджон Урмонжонович

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

THE CALCULATION OF ASPHALT PAVEMENT ON ELASTIC FOUNDATION

Shukhrat Matkarimov

*Senior teacher,
Fergana Polytechnic Institute,
The Republic of Uzbekistan, Fergana*

Ahadjon Ahmedov

*Assistant to the Fergana Polytechnic Institute,
The Republic of Uzbekistan, Fergana*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются расчет асфальтобетонных дорожных покрытий на упругом основании.

ABSTRACT

This article discusses the calculation of asphalt pavements on an elastic Foundation

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, прочность, жесткость, перемещение, напряжения, прогиб, модуль упругости, опасное сечение.

Keywords: stress-strain state, strength, stiffness, displacement, stress, deflection, modulus of elasticity, dangerous section.

В настоящее время в Республике Узбекистан уделяется особое внимание развитию автошкол и строительной промышленности. Асфальтобетон характеризуется достаточной прочностью покрытий, низкой сопротивляемостью, усилению и вытяжке, неравномерности, влагуустойчивости и обледенению. Постоянный рост грузоперевозок с тяжелым весом и дальнейший рост скорости движения транспорта приводят к значительному увеличению напряжения на проезжей части.

В настоящее время в развитых странах: США, Германия, Франция и Япония, особое внимание уделяется созданию передовых современных технологий повышения прочности и долговечности асфальтобетонных дорожных покрытий, эксплуатируемых в различных природных климатических условиях, отвечающих современным требованиям, повышающим качество дорог. В ходе исследования было рассмотрено исследование асфальтобетонных дорожных покрытий автомобиля, лежащего на эластичной земле, на состояние напряженности-деформации в цилиндрическом наклонении под воздействием внешних сил.

Обеспечение выносливости, влажности и морозостойкости при высоких температурах является одной из важнейших проблем улучшения качества асфальтобетонных покрытий в Узбекистане.

Рассмотрим исследование напряженно – деформированное состояние и расчет асфальтобетонных дорожных покрытий на упругом основании при цилиндрическом изгибе под внешней нагрузкой.

В работе излагаются результаты исследования напряженно – деформированное состояние асфальтобетонных дорожных покрытий

Дифференциальное уравнение изгиба многослойной плиты на упругом основании типа Винклера (Рис-1) в условиях цилиндрического изгиба (плоская деформация) имеет вид [2, 3].

$$D_{11} \frac{d^4 w}{dz^4} = q - kw \quad (1)$$

где D_{11} – цилиндрическая изгибная жесткость пакета слоев;

w – искомая функция прогиба,

q – интенсивность внешней распределенной нагрузки; k – коэффициент постели

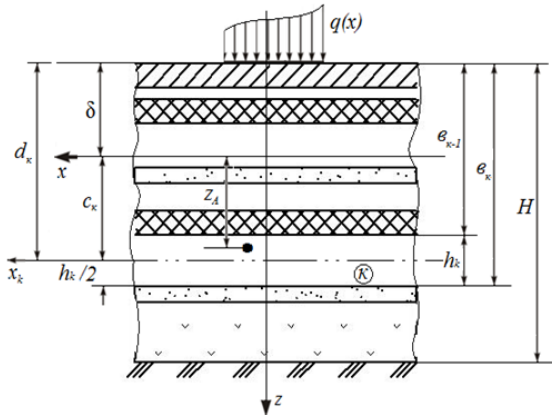


Рисунок 1. Основание типа Винклера

Цилиндрическая жесткость многослойной плиты, для которой справедливы гипотезы Кирхгофа (гипотеза плоских сечений) определяется по зависимости.

$$D_{11} = \sum_{k=1}^n (D_k + B_k \cdot C_k) \quad (2)$$

Здесь $D_k = \frac{E_k \cdot h_k^3}{12(1-\nu_k^2)}$ – собственная цилиндри-

ческая жесткость слоев – k;

$B_k = \frac{E_k \cdot h_k}{1-\nu_k}$ – собственная жесткость k – того слоя

при растяжении;

$$\delta = \frac{\sum_{k=1}^n B_k \cdot d_k}{\sum_{k=1}^n B_k} \quad \text{– расстояние от верхней плоскости}$$

плиты до нейтральной поверхности (см.рис.1).

Нормальные напряжения определяются по формуле.

$$\sigma_x^k \approx \frac{E_k}{1-\nu_k^2} \cdot \frac{M_x}{D_{11}} \cdot z_A \quad (3)$$

где M_x (кН) – погонный изгибающий момент в заданном сечении

z_A – поперечная координата точки А, в которой определяется нормальное напряжение;

Касательные напряжения

$$\tau_{xz} \approx f_k \cdot \frac{Q}{D_{11}} \quad (4)$$

здесь Q (кН/м) – погонная поперечная сила в заданном сечении плиты;

$$f_k(z) = \frac{E_k [(b_{k-1} - \delta)^2 - z_A^2]}{2(1-\nu_k^2)} - \sum_{k=1}^{k-1} B_k C_k \quad (5)$$

Формула (5) определяет закон распределения поперечных касательных напряжений по толщине слоя k, если $k \geq 2$.

При $k=1$, т. е для однослойной плиты имеем

$$f_1(z) = \frac{E_1 [\delta^2 - z_A^2]}{2(1-\nu_k^2)} \quad (6)$$

Решение уравнение (1) можно построить методом конечных разностей (МКР). Для промежуточного узла i это уравнения имеет следующий вид:

$$(6 + k^* \lambda^4) w_i^* - 4(w_{i+1}^* + w_{i-1}^*) + w_{i+2}^* - w_{i-2}^* = q \lambda \quad (7)$$

где $w^* = w D_{11}$; $k^* = \frac{k}{D_{11}}$

Для узла i , расположенного на одном шаге λ от свободного края плиты, с учетом граничных условий на этом краю уравнение (5) преобразуется к такому виду [2]

$$(5 + k^* \lambda^4) w_i^* - 2w_{i+1}^* - 4w_{i-1}^* + w_{i-2}^* = q_i \lambda^4 - M_{i+1} \lambda^2 \quad (8)$$

здесь M_{i+1} – распределенный вдоль края плиты изгибающий момент

Уравнения (7) записывается для узла i , совпадающею с краем плиты (рис.2в) при учете граничных условий на нем принимает вид [2]

$$(2 + k^* \lambda^4) w_i^* - 4w_{i-1}^* + 2w_{i-2}^* = \frac{q_i \lambda^4}{2} + 4M_i \lambda^2 - 2Q_i \lambda^3 \quad (9)$$

куда помимо момента W_i входит распределенная вдоль края поперечных сил Q_i ;

При шарнирном закреплении одного края плиты $w_a^* = 0$ и при составлении уравнений (5) для узла i войдет прогиб в законтурном узле e , который можно выразит через прогиб w_i , записав краевое условие

$M_a = D_{11} \frac{d^2 w}{dx^2} = \frac{d^2 w^*}{dx^2}$ это условие в конечных разностях имеет вид;

$$M_a \lambda^2 = w_i^* - 2w_a^* + w_e^*$$

Откуда, учитывая, что $w_a^* = 0$

$$w_e^* = M_a \lambda^2 - w_i^* \quad (10)$$

при $M_a = 0$ имеем $w_e^* = -w_i^*$ (11)

Если края плиты жестко заделаны, то для него следует условие;

$$\frac{dw_a^*}{dx} = 0 \quad \text{или} \quad \text{в} \quad \text{конечных} \quad \text{разностях}$$

$$\frac{(w_i^* - w_e^*)}{2\lambda} = 0$$

откуда $w_e^* = w_i^*$ (12)

Пример. Рассмотрим асфальтобетонные дорожные покрытия на упругом основании (рис.2) при следующих исходных данных и для заданных условия закрепления краев плиты (структура по толщине и коэффициента постели упругого основания). $P=30$ кН, $q=80$ кН/м, $\lambda=1$ м, $E_1=3,3 \cdot 10^4$ МПа, $E_2=8 \cdot 10^2$ МПа, $E_3=100$ МПа, $\nu_1=\nu_2=\nu_3=0,3$, $h_1=0,16$ м, $h_2=0,26$ м, $h_3=0,4$ м, $d_1=0,08$ м, $d_2=0,29$ м, $d_3=0,62$ м, $k=50$ МН/м³

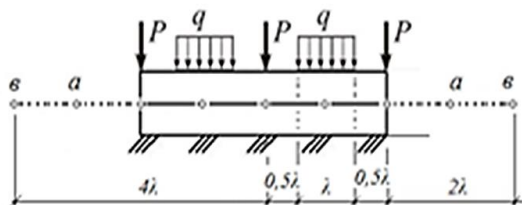


Рисунок 2. Дорожное покрытие на упругом основании

1. Определяем жесткость при растяжении каждого слоя плиты

$$B_1 = \frac{E_1 h_1}{1 - \nu_1} = \frac{3,3 \cdot 10^4 \cdot 0,16}{1 - 0,2} = 66 \cdot 10^2 \text{ МПа} \cdot \text{м}$$

$$B_2 = \frac{E_2 h_2}{1 - \nu_2} = \frac{8 \cdot 10^2 \cdot 0,26}{1 - 0,2} = 2,6 \cdot 10^2 \text{ МПа} \cdot \text{м}$$

$$B_3 = \frac{E_3 h_3}{1 - \nu_3} = \frac{100 \cdot 0,4}{1 - 0,2} = 0,5 \cdot 10^2 \text{ МПа} \cdot \text{м}$$

2. Находим положение нейтральной поверхности наибольших касательных напряжений:

$$\delta = \frac{B_1 d_1 + B_2 d_2 + B_3 d_3}{B_1 + B_2 + B_3} = \frac{(66 \cdot 0,08 + 2,6 \cdot 0,23 + 0,5 \cdot 0,62) \cdot 10^2}{(66 + 2,6 + 0,5) \cdot 10^2} = 0,092 \text{ м}$$

Тогда расстояние до центров тяжести каждого слоя будет $C_1=0,012$ м, $C_2=0,198$ м, $C_3=0,528$ м.

3. Вычисляем собственную цилиндрическую жесткость каждого слоя плиты

$$D_1 = \frac{E_1 h_1^3}{12(1 - \nu_1^2)} = \frac{3,3 \cdot 10^4 \cdot 0,16^3}{12(1 - 0,2^2)} = 11,73 \text{ МН} \cdot \text{м};$$

$$D_2 = \frac{E_2 h_2^3}{12(1 - \nu_2^2)} = \frac{8 \cdot 10^2 \cdot 0,26^3}{12(1 - 0,2^2)} = 1,22 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$D_3 = \frac{E_3 h_3^3}{12(1 - \nu_3^2)} = \frac{100 \cdot 0,4^3}{12(1 - 0,2^2)} = 0,56 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

а затем цилиндрическую жесткость самой плиты;

$$D_{11} = (D_1 + B_1 C_1^2) + (D_2 + B_2 C_2^2) + (D_3 + B_3 C_3^2) = (11,73 + 66 \cdot 10^2 \cdot 0,012^2) + (1,22 + 2,6 \cdot 10^2 \cdot 0,198^2) + (0,56 + 0,5 \cdot 10^2 \cdot 0,528^2) = 39,81 \text{ МНм}$$

4. Определяем приведенный коэффициент постели упругого основания;

$$k^* = \frac{k}{D_{11}} = \frac{50}{39,81} = 1,26 \frac{1}{\text{м}^4}$$

5. С учетом симметрии расчетной схемы плиты (Рис. 3) необходимо определить значения прогиба в трех узлах.

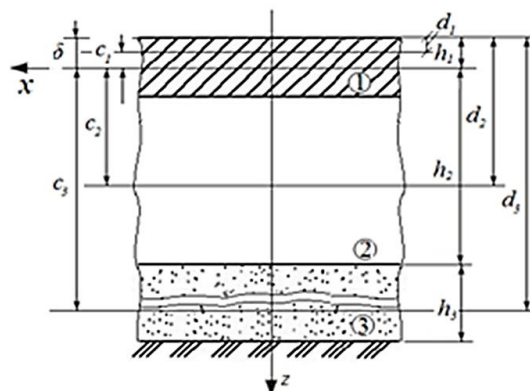


Рисунок 3. Расчетная схема плиты

Записываем для узла 1. Уравнение типа (7) при условии $q_1 = 2P / \lambda$

$$(6 + k^* \lambda^4) w_1^* - 4(w_2^* + w_3^*) + w_3^* + w_3^* = 2P\lambda^4 / \lambda$$

Для узла 2 составляем уравнения типа (8). При этом учитываем, что $M_3=0$, а $q_2=q$. Следовательно второе уравнение принимает вид

$$(5 + k^* \lambda^4) w_2^* - 2w_3^* - 4w_1^* + w_2^* = q\lambda^4$$

третье уравнение, записанное относительно приведенного прогиба в узле 3. Будет аналогичным выражению (9) и с учетом того, что $q_3=0$, а $Q_3=P$ преобразуется в таком виде.

$$(2 + k^* \lambda^4) w_3^* - 4w_2^* + 2w_1^* = -2P\lambda^3$$

Таким образом, получена система трех алгебраических уравнений с тремя неизвестными.

$$\begin{cases} (6 + k^* \lambda^4) w_1^* - 8w_2^* + 2w_3^* = 2P\lambda^3 \\ -4w_1^* + (6 + k^* \lambda^4) w_2^* - 2w_3^* = q\lambda^4 \\ 2w_1^* - 4w_2^* + (2 + k^* \lambda^4) w_3^* = -2P\lambda^3 \end{cases}$$

Если поставить значения λ и k^* , а также умножить второе уравнение на 2, то система разрешающих

уравнений преобразуется симметричному следующему виду

$$\begin{cases} 7,26w_1^* - 8w_2^* + 2w_3^* = 60 \\ -8w_1^* + 14,52w_2^* - 4w_3^* = 120 \\ 2w_1^* - 4w_2^* + 2,26w_3^* = -60 \end{cases}$$

Решаем полученную систему уравнений и получаем искомые величины приведенного в узлах плиты - w_i^* , $MН \cdot м^2$

$$w_1^* = 43,62 \cdot 10^{-3}; \quad w_2^* = 29,99 \cdot 10^{-3}; \quad w_3^* = -8,36 \cdot 10^{-3};$$

Истинное значение прогибов

$$w_i = \frac{w_i^*}{D_{11}} \quad (i=1,2,3) ;$$

$$w_1 = \frac{43,62 \cdot 10^{-3}}{39,81} = 1,10 \cdot 10^{-3} м = 1,10 мм$$

$$w_2 = \frac{29,99 \cdot 10^{-3}}{39,81} = 0,75 \cdot 10^{-3} м = 0,75 мм ;$$

$$w_3 = -\frac{8,36 \cdot 10^{-3}}{39,81} = 0,21 \cdot 10^{-3} м = -0,21 мм$$

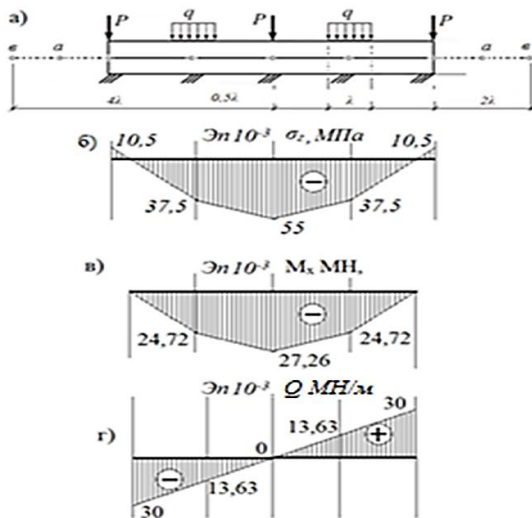


Рисунок 4. Эпюры M и Q дорожного покрытия на упругом основании

Определяем давление на основаниях под плитой и строим эпюру нормальных напряжений по подошве плиты. (Рис.4б)

$$\sigma_{z_i} = -kw_i \quad (i=1,2,3);$$

$$\sigma_{z_1} = -50 \cdot 1,10 \cdot 10^{-3} = -55 \cdot 10^{-3} МПа;$$

$$\sigma_{z_2} = -50 \cdot 0,75 \cdot 10^{-3} = -37,5 \cdot 10^{-3} МПа;$$

$$\sigma_{z_3} = -50 \cdot (-0,21 \cdot 10^{-3}) = 10,5 \cdot 10^{-3} МПа$$

Определяем значения изгибающих моментов в каждом узле плиты и строим эпюру изгибающих моментов. (Рис.4)

$$M_i = -D_{11} \frac{d^2 w_i^*}{dx^2} = -\frac{d^2 w_i^*}{dx^2} = \frac{w_{i-1}^* - 2w_i^* + w_{i+1}^*}{\lambda^2};$$

$$M_1 = -\frac{w_2^* - 2w_1^* + w_3^*}{\lambda^2} = \frac{-(2 \cdot 29,99 - 2 \cdot 43,62) \cdot 10^{-3}}{1^2} = 27,26 \cdot 10^{-3} МН$$

$$M_2 = -\frac{w_3^* - 2w_2^* + w_1^*}{\lambda^2} = \frac{-(-8,36 - 2 \cdot 29,99 + 43,62) \cdot 10^{-3}}{1^2} = 24,72 \cdot 10^{-3} МН;$$

$$M_3 = 0$$

Находим значения поперечных сил в каждом узле плиты и строим эпюру поперечных сил по ширине плиты. (Рис.4г)

$$Q_i = D_{11} \frac{d^3 w_i^*}{dx^3} = \frac{d^3 w_i^*}{dx^3} = \frac{2w_{i-1}^* - 2w_{i+1}^* + w_{i+2}^* + w_{i-2}^*}{2\lambda^3}$$

$$Q_1 = \frac{2w_2^* - 2w_3^* + w_1^* + w_3^*}{2\lambda^3} = 0;$$

$$Q_2 = \frac{2w_3^* - 2w_1^* + w_2^* + w_a^*}{2\lambda^3} = 0$$

где значения w_a^* определяем из условия

$$M_3 = \frac{w_a^* - 2w_3^* + w_2^*}{\lambda^2} = 0$$

$$w_a^* = 2w_2^* - w_3^*$$

Следовательно

$$Q_2^{cl} = \frac{w_2^* - w_1^*}{\lambda^3} = \frac{(29,99 - 43,62) \cdot 10^{-3}}{1^3} = -13,63 \cdot 10^{-3} МН / м$$

$$Q_3^{cl} = -P = -30 \cdot 10^{-3} МН / м$$

$$Q_2^{cl} = \frac{w^* - w_2^*}{\lambda^3} = \frac{(43,62 - 29,99) \cdot 10^{-3}}{1^3} = 13,63 \cdot 10^{-3} МН / м$$

$$Q_3^{cl} = P = 30 \cdot 10^{-3} МН / м$$

В опасном сечении плиты, где изгибающий момент достигает максимума - M_{max} строим эпюру растягивающих напряжений по толщине плиты. Для определения σ_x^k используем зависимость. (3)

$$\sigma_x^{(1)} \approx \frac{E_1}{1 - \nu_1^2} \cdot \frac{M_{max} \cdot z_1}{D_{11}} =$$

$$= \frac{3,3 \cdot 10^4 \cdot 27,26 \cdot 10^3 \cdot (-0,092)}{(1 - 0,2^2 \cdot 39,81)} = -2,16 МПа$$

$$\sigma_x^{(2)} = 0 \quad \text{так как} \quad z_2 = 0$$

$$\sigma_x^{(3)} = \frac{E_1}{1-\nu_1^2} \cdot \frac{M_{\max} \cdot z_3}{D_{11}} = \frac{3,3 \cdot 10^4 - 27,26 \cdot 10^3 \cdot 0,068}{(1-0,2^2) \cdot 39,81} = 1,6 \text{ МПа}$$

$$\sigma_x^{(4)} = \frac{E_2}{1-\nu_2^2} \cdot \frac{M_{\max} \cdot z_4}{D_{11}} = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 27,26 \cdot 10^3 \cdot 0,068}{(1-0,2^2) \cdot 39,81} = 3,89 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

$$\sigma_x^{(6)} = \frac{E_2}{1-\nu_2^2} \cdot \frac{M_{\max} \cdot z_6}{D_{11}} = \frac{800 \cdot 27,26 \cdot 10^3 \cdot 0,328}{(1-0,2^2) \cdot 39,81} = 18,7 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

$$\sigma_x^{(7)} = \frac{E_3}{1-\nu_3^2} \cdot \frac{M_{\max} \cdot z_7}{D_{11}} = \frac{100 \cdot 27,26 \cdot 10^3 \cdot 0,328}{(1-0,2^2) \cdot 39,81} = 2,34 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

$$\sigma_x^{(9)} = \frac{E_3}{1-\nu_3^2} \cdot \frac{M_{\max} \cdot z_9}{D_{11}} = \frac{100 \cdot 27,26 \cdot 10^3 \cdot 0,728}{(1-0,2^2) \cdot 39,81} = 5,19 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

В опасном сечении плиты (где поперечная сила Q_{\max} – максимальная) строим эпюру касательных напряжений по толщине плиты. Значения $\tau_{xz}^{(k)}$ в искомых точках вычисляем по формуле (4)

$$\tau_{xz}^{(1)} = f_1 \frac{Q_{\max}}{D_{11}} = 0 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-3}}{39,81} = 0;$$

$$f_1 = \frac{E_1 (\delta^2 - z_1^2)}{2(1-\nu_1^2)} = \frac{3,3 \cdot 10^4 (0,092^2 - 0,092^2)}{2(1-0,2^2)} = 0$$

$$\tau_{xz}^{(2)} = f_2 \frac{Q_{\max}}{D_{11}} = 145,5 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-3}}{39,81} = 110 \cdot 10^{-3} \text{ МПа};$$

$$f_2 = \frac{E_1 (\delta^2 - z_2^2)}{2(1-\nu_1^2)} = \frac{3,3 \cdot 10^4 (0,092^2 - 0^2)}{2(1-0,2^2)} = 145,5 \text{ МН}$$

$$\tau_{xz}^{(3)} = \tau_{xz}^{(4)} = f_3 \frac{Q_{\max}}{D_{11}} = 66 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-3}}{39,81} = 49,7 \cdot 10^{-3} \text{ МПа};$$

$$f_3 = \frac{E_1 (\delta^2 - z_3^2)}{2(1-\nu_1^2)} = \frac{3,3 \cdot 10^4 (0,092^2 - 0,068^2)}{2(1-0,2^2)} = 66 \text{ МН}$$

$$\tau_{xz}^{(5)} = f_5 \frac{Q_{\max}}{D_{11}} = 64,8 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-3}}{39,81} = 48,82 \cdot 10^{-3} \text{ МПа};$$

$$f_3 = \frac{E_2 [(\theta_1 - \delta) - z_5^2]}{2(1-\nu_2^2)} - B_1 C_1 = \frac{800 \cdot [(0,18 - 0,092)^2 - 0,198^2]}{2(1-0,2^2)} - 66 \cdot 10^2 (-0,012) = 36,3 \text{ МН}$$

$$\tau_{xz}^{(8)} = f_8 \frac{Q_{\max}}{D_{11}} = 18,8 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-3}}{39,81} = 14,2 \cdot 10^{-3} \text{ МПа};$$

$$f_8 = \frac{E_3 [(\theta_2 - \delta)^2 - z_8^2]}{2(1-\nu_3^2)} - (B_1 C_1 + B_2 C_2) = \frac{100 \cdot [(0,42 - 0,092)^2 - 0,528^2]}{2(1-0,2^2)} - [66 \cdot 10^2 (-0,012) + 2,6 \cdot 10^2 \cdot 0,198] = 18,8 \text{ МН}$$

$$\tau_{xz}^{(9)} = f_9 \frac{Q_{\max}}{D_{11}} = 5,72 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-3}}{39,81} = 4,31 \cdot 10^{-3} \text{ МПа};$$

$$f_9 = \frac{E_3 [(\theta_2 - \delta)^2 - z_9^2]}{2(1-\nu_3^2)} - (B_1 C_1 + B_2 C_2) = \frac{100 \cdot [(0,42 - 0,092)^2 - 0,728^2]}{2(1-0,2^2)} - [66 \cdot 10^2 (-0,012) + 2,6 \cdot 10^2 \cdot 0,198] = 5,72 \text{ МН}$$

По полученным данным строим эпюры σ_x – нормальных и τ_{xz} – касательных напряжений. (Рис. 5)

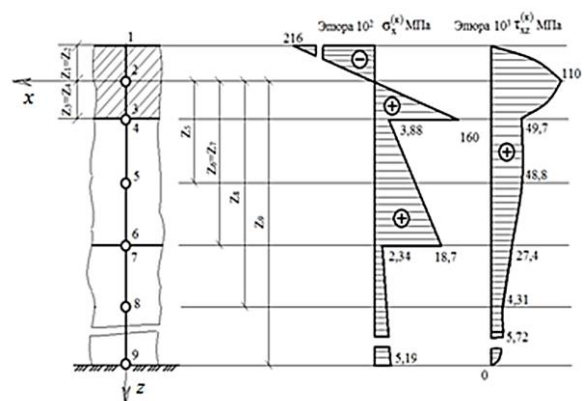


Рисунок 5. Эпюры касательных напряжений σ_x и τ_{xz} дорожного покрытия на упругом основании

Проверяем прочность верхнего бетонного слоя плиты на растяжение и сдвиг.

Принятому модулю упругости $E_1=3,3 \cdot 10^4$ МПа отвечает бетон марки В40, предел прочности кото-

рого на растяжение при изгибе $R_u^{(n)} = 5,0 \text{ МПа}$ (нормативный). Расчетная прочность бетона на растяжение – при изгибе определяется зависимостью [1]

$$R_{pu} = 0,85 \cdot R_u^{(n)} \cdot k_u \quad (11)$$

где 0,85 – коэффициент приведения размеров стандартной балки – образца к покрытию k_u – коэффициент нарастания прочности бетона по времени, $R_u^{(n)}$ – нормативная прочность или марка бетона на

растяжение при изгибе. (СНиП II – 47 – 80 «Аэродромы»)

Следовательно для бетона В40

$$R_{pu} = 0,85 \cdot 5,0 \cdot 1,15 = 4,9 \text{ МПа}$$

Тогда $\sigma_{max} = \sigma_x^{(3)} = 1,6 \text{ МПа} < R_{pu} = 4,9 \text{ МПа}$;

$$\tau_{max} = \tau_{xz}^{(2)} = 1,1 \text{ МПа} < [\tau] = 3,12 \text{ МПа}$$

Список литературы:

1. Варвак П.М., Варвак Л.П. Метод сеток в задачах расчета строительных конструкции – М. Стройиздат. 1977 г. – 160 с.
2. Золотарев В.А. Долговечность дорожных асфальтобетонов. – Харьков: Высшая школа, 1977. – 116 с. Справочник по теории упругости ред. П.М. Варвака и А.Ф. Рябова. – Киев: Будивельник. 1977. – 419 с.
3. Иванов Н.Н. Дальнейшие исследования в области устойчивости и сопротивления износу усовершенствованных и переходных покрытий и прочности оснований // Труды МАДИ, Вып. 22. – М.: Автотрансиздат. – 1958. – С. 5-13.
4. Касимов И.И. «Структура, свойства и технология асфальтобетонных и кровельных покрытий на основе модифицированных битумов»: автореферат дис.д.т.н.(DSc), ТАСИ-Ташкент., 2019г
5. Хамзаев И.Х. в. Расчет слоистой плиты на упругом основании плиты жесткой дорожного покрытия на температурном воздействии. Фер.ПИ научно – технический журнал 2009 г. №1. с 41 – 47
6. Kasimov I.I., Kasimov I.U., Akhmedov A.U. Improvement Of Asphalt Concrete Shear Resistance With The Use Of A Structure-Forming Additive And Polymer //International journal of scientific & technology research. ISSN: 2277-8616; Impact Factor: 7.466, IJSTR -2019, Issue-11, November -2019, Volume. 8. -PP. 1361-1363.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 12(81)
Декабрь 2020

Часть 1

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

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

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