

# SCIENCE, TECHNOLOGY AND LIFE - 2017

Proceedings of articles the IV International scientific conference  
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, December 24-25, 2017



# **SCIENCE, TECHNOLOGY AND LIFE - 2017**

Proceedings of articles the IV International scientific conference

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, December 24-25, 2017

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Kirov, 2018

UDC 001  
BBK 72  
N 76

**Scientific editors:**

Moskalenko O'lga Valentivnovna, Doctor of Psychology, Professor of the Department of Acmeology and Psychology of Professional Activities, Institute of Social Sciences of the Russian Academy of National Economy and Public Service under the President of the Russian Federation

Harlanova Elena Mihajlovna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Social Work, Pedagogy and Psychology, South Ural State Humanitarian Pedagogical University

Okorkov Vladimir Vasil'evich, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Vladimir Scientific Research Institute of Agriculture

**N 76** Science, Technology and Life – 2017: Proceedings of articles the IV International scientific conference. Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, December 24-25, 2017 [Electronic resource] / Editors prof. O.V. Moskalenko, E.M. Harlanova, V.V. Okorkov. – Electron. txt. d. (1 файл 6,3 MB). – Czech Republic, Karlovy Vary: Skleněný Můstek – Russia, Kirov: MCNIP, 2018. – 1 elektr. opt. drive (CD-ROM). - ISBN 978-80-7534-152-5 + ISBN 978-5-00090-129-8. – Title from disc label.

Proceedings includes materials of the international scientific conference « Science, Technology and Life – 2017», held in Czech Republic, Karlovy Vary-Russia, Moscow, December 24-25, 2017. The main objective of the conference - the development community of scholars and practitioners in various fields of science. Conference was attended by scientists and experts from Azerbaijan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Russia, Tajikistan, Uzbekistan.

ISBN 978-80-7534-152-5 (Skleněný Můstek, Karlovy Vary, Czech Republic)  
ISBN 978-5-00090-129-8 (MCNIP LLC, Kirov, Russian Federation)

Articles are published in author's edition. Editorial opinion may not coincide with the views of the authors

Reproduction of any materials collection is carried out to resolve the editorial board

© Skleněný Můstek, 2018  
© MCNIP LLC, 2018

# Table of Contents

<b>Section 1. Chemistry .....</b>	<b>10</b>
Китева Е.А., Григорьева О.Б. Разработка методики хроматографического определения состава циркулирующего ацетонитрила на капиллярной колонке .....	11
<b>Section 2. Technology .....</b>	<b>17</b>
Бычков И.Е. К обоснованию формы высыпающего отверстия шнекового транспортера-распределителя .....	18
Вернигоров Ю.М., Лелетко К.К. Поверхностное легирование и химико-термическая обработка ферромагнитных порошков в магнитовибрирующем слое.....	28
Ельчищева Т.Ф., Пудовкина А.В. Разработка программы ликвидации ветхого жилья в г. Тамбове как основа благосостояния общества.....	37
Карпова Т.Ю., Чесноков Б.П., Наумова О.В., Карпов М.В. Устройство для термоэлектрического охлаждения .....	57
Кузнеченков Е.О. Проект малого инновационного предприятия по производству изделий и их макетов на основе технологии быстрого прототипирования и изготовления .....	62
Молокова Н.В. Проворная Д.А. Подавление вибраций в балочных мостах при движущихся нагрузках с использованием нелинейных гладких и прерывистых вибрационных поглотителей .....	66
Невзоров В.Н., Кох Ж.А., Шадрин И.А. Разработка ферментера для выращивания водорослей насыщенных йодом для перспективного использования в хлебобулочных изделиях функционального назначения.....	71

Передельский Г.И., Филиппский И.А. Электронный управляемый ключ с нулевым прямым сопротивлением.....	81
Пономарева Е.И., Кривошеев А.Ю., Лукина С.И., Кучменко Т.А. Влияние нетрадиционных видов сырья на содержание ароматобразующих веществ в хлебе .....	89
Сметанин С.Д., Шаламов В.Г. Соотношение показателей качества в системах менеджмента качества и технических системах .....	92
<b>Section 3. Agriculture .....</b>	<b>100</b>
Gurskikh P.S., Yanova M.A. The study of the flour of the extrudate of the barley grain for the production of grain drink .....	101
Ляшенко Н.В., Галичева М.С., Ярмоц А.В., Юрина Н.А. Эффективность применения сапропеля в рационе цыплят-бройлеров.....	105
Окорков В.В. Удобрения, их использование при возделывании зерновых культур и влияние на плодородие серых лесных почв Верхневолжья	112
Khamraev K.S. Irrigation water conservation in the arable fields of bukhara oasis (scientific results of dissertation).....	134
<b>Section 4. Economics.....</b>	<b>151</b>
Алешина А.В. Современные способы привлечения финансирования в компанию.....	152
Белолипецкая А.Е. Развитие рынка труда в условиях цифровой экономики.....	158
Борлакова А.И. Инновационные продукты и технологии в Сбербанке - результаты внедрения и работы .....	165
Валебникова О.А., Валебникова Н.В. Инновационный подход к управлению человеческим капиталом посредством интеллектуально-ориентированного консалтинга .....	174
Глинкина О.В., Регент Т.М. Современный мегаполис как пример развития социально-экономического пространства в условиях технологического детерминизма .....	188

Иншаков А.А. О значении координирующих центров кооперативного движения .....	193
Киреева А.А., Әбілқайыр Н.Ә. Основные направления формирования кластерных зон с опорой на IT и смарт-технологии .....	199
Костерева П.А. Мотивация сотрудников компании как индикатор зрелости российской экономики.....	203
Лесняк В.В., Аракельянц Э.С. Аналитическое обоснование подготовки и принятия управленческих решений по обеспечению экономической безопасности организации .....	210
Манукян Ж.А. Построение модели расчета инвестиционной привлекательности агропромышленного комплекса Республик Башкортостан.....	218
Михайлов Д.В. Коррупция в современном обществе: понятие, классификация.....	240
Хаваева К.М., Шарикова А.Д., Манушина А.П. ФТС России как орган валютного контроля за перемещением наличных денежных средств	250
Shkurina L.V., Maskaeva E.A. The increase of the non-transport effect of the implementation of passenger transporting by suburban communication .	260
Щербанюк И.А. Проблемы выбора показателей экономической устойчивости для транспортных железнодорожных организаций, работающих в сфере оперирования подвижного состава .....	264
<b>Section 5. Philosophy .....</b>	<b>270</b>
Баканова Е.А. Трансформация науки в информационном социуме ....	271
Моисеева А.П., Баканова Е.А. Технонаука как фактор развития инноваций в экономике .....	283
Моисеева А.П., Баканова Е.А. Феномен технонауки .....	294
<b>Section 6. Philology .....</b>	<b>316</b>
Гильфанова Ф.Х., Гильфанов Р.Т. Модальность в системе глагольных наклонений в немецком и татарском языках .....	317

Ivanova I. The role of the educational environment of the College in the communicative development of the student .....	336
Чибилов Т.Н. Концепт «лошадь» в столкновении зоообразов в осетинской, русской и английской лингвокультурах.....	341
<b>Section 7. Pedagogy .....</b>	<b>351</b>
Байсалов Д.У., Келдибекова А.О. Роль геометрических представлений в интеллектуально-практической деятельности школьников.....	352
Golub E. Socio-humanitarian potential of professional education as a source of personal development of the student.....	360
Гочияева К.Д. Подготовка педагогов к патриотическому воспитанию учащихся средствами историко-педагогического наследия.....	365
Келдибекова А.О. Модернизация подготовки школьников Кыргызстана к олимпиадам по математике в условиях компетентного подхода к обучению .....	370
Коваленко Е.В. Опыт социального взаимодействия как фактор интеграции воспитания, обучения и развития студента .....	380
Курманова С.А. О логико-смысловой модели представления знаний в учебном процессе .....	386
Непрокина И.В., Пчелинцева Т.С. Учебно-исследовательская деятельность как модель решения нестандартных практических задач.....	390
Новикова С.А. Методы формирования военно-патриотических качеств личности.....	397
Nosyreva S.G., Paul Spackman BA (Hons) Teaching Reading Comprehension with Dickens's <i>A Christmas Carol</i> .....	403
Подлеская О.С., Лобанова Н.В. Ануфриева Л.С., Сяпина С.Н., Балычева Л.С. Пути формирования коммуникативных умений у будущих учителей.....	408
Ряписов Н.А., Ряписова А.Г. Механизм оценивания образовательных результатов студентов.....	419

Харланова Е.М. Образовательные организации как субъект неформального образования .....	427
Юдина И.А. Вариативные формы дошкольного образования как ресурс инклюзивного образовательного пространства .....	432
<b>Section 8. Medicine .....</b>	<b>440</b>
Арсентьева Е.В., Гришко О.Н., Арсентьев И.Н. Эффективность лечения эритематозно-телеангиоэктатической и папуло-пустулезной форм розацеа лазером YAG-Nd 1064 нМ (Multiline) и лазером на парах меди 578 нМ (Яхрома-Мед) .....	441
Безруков О.Ф., Аблаев Э.Э., Зима Д.В. Алгоритм амбулаторного обследования больного с заболеванием щитовидной железы .....	449
Гадиева В.А. Нарушения временной организации сердечно-сосудистой системы и метаболический синдром у женщин в постменопаузе с артериальной гипертензией .....	460
Макеева И.М., Семенов А.М., Бякова С.Ф., Новожилова Н.Е., Дежурко-Король В.А. Оценка эффективности растворов для поверхностной стерилизации бычьих зубов, инфицированных суспензией escherichia coli .....	464
Маргарян Э.Г. Гендерные особенности выбора метода эстетической и функциональной реабилитации в стоматологии .....	470
Комбинированное использование костнопластического материала Садыков М.И., Нестеров А.М., Тугушев Р.И., Музыка Н.В., Нестеров Г.М., Сагиров М.Р. Lyoplast с аутоплазмой для профилактики атрофии костной ткани после удаления зуба .....	475
Спирина М.А., Дырнова И.В., Чигакова И.А., Худайберенова Г.Д., Лыскова Ю.А. Перспективы применения кинезиотейпирования в реабилитации .....	479
Фатеева Н.В., Перетятко Л.П., Кузнецов Р.А. Стадии дифференцировки фибробластоподобных клеток стромы гравидарного эндометрия на ранних сроках физиологически протекающей беременности .....	487

## **Section 9. Psychology ..... 493**

Бородина Н.Н., Голиней Н.В. Особенности организации образовательного процесса дошкольной образовательной организации с целью развития компонентов способностей специалиста..... 494

Зиннатова М.В., Чадаева А.В. Исследование жизненного пути и жизненной удовлетворенности студентов: гендерный аспект ..... 503

Москаленко О.В. Цели и задачи высшего профессионального образования в современном социуме с позиции психодидактики ..... 520

Тарасова Т.В., Ларина Д.Г., Слученкова И.Ю., Захаркин И.А., Тарасов Р.С., Саушев И.В. Психологические особенности проявления авторитаризма у студентов ..... 539

Шаров А.А. Аксиологический фактор в профессиональном становлении субъекта постиндустриального общества..... 554

## **Section 10. Sociology..... 557**

Зарубин В.Г., Макаридина В.А. Университет: социологический анализ институциональных изменений ..... 558

Крылова М.К. Метод автоматизация системы стандартизации производственных процессов с использованием программного комплекса на базе Microsoft Office Visio ..... 563

Тарасова Т.В., Слученкова И.Ю., Ларина Д.Г., Алнасера Мохамаднура Абдуллаха, Саушев И.В. Эмоциональные особенности работников силовых структур..... 582



# SCIENCE, TECHNOLOGY AND LIFE - 2017

IV Международная научная конференция

Чехия, Карловы Вары - Россия, Москва  
24-25 декабря 2017 г.

## SECTION 1. CHEMISTRY

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ЦИРКУЛИРУЮЩЕГО АЦЕТОНИТРИЛА НА КАПИЛЛЯРНОЙ КОЛОНКЕ

КИТЕВА Е.А., ГРИГОРЬЕВА О.Б.

РОССИЯ, ТОЛЬЯТТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Аннотация.** В работе описана методика аналитического контроля циркулирующего ацетонитрила, используемого при производстве бутадиена-1,3.

**Ключевые слова:** капиллярная газовая хроматография, циркулирующий ацетонитрил, винилциклогексен, аналитический контроль, производство бутадиена-1,3

**Abstract.** The paper describes the method of analytical control of circulating acetonitrile used in the production of butadiene-1,3.

**Key words:** capillary gas chromatography, circulating acetonitrile, vinylcyclohexene, analytical control, butadiene-1,3 production.

При получении бутадиена-1,3 из пиролизной фракции методом экстрактивной ректификации в качестве экстрагента используется ацетонитрил. В его составе присутствует ряд примесей, таких как вода, метанол, толуол, ацетон, винилциклогексен (ВЦГ), а также значительное количество органических веществ с широким диапазоном температур кипения, которые накапливаются в процессе работы. С целью недопущения забивки аппаратуры смолами, для предотвращения коррозии оборудования и образования термополимера в технологическую систему подается ряд продуктов, таких как ингибитор, растворитель, которые частично также присутствуют в ацетонитриле.

Поскольку при определенных условиях регенерации ацетонитрила, ВЦГ и ацетонитрил образуют азеотропную смесь, что приводит к накоплению ВЦГ в системе, производственной необходимостью остается задача количественного определения в циркулирующем ацетонитриле ВЦГ. В свою очередь наличие в системе ВЦГ является причиной забивки оборудования (кипятильников) полимером.

В аналитическом контроле производства бутадиена для определения состава циркулирующего ацетонитрила используется методика измерения с применением насадочной колонки, заполненной сорбентом 10 % ПЭГ-400 на полихrome. Данный сорбент позволяет определить такие компоненты как углеводороды  $C_4$ , ацетон, метанол, этанол, ВЦГ, вода, аллиловый спирт и ряд неидентифицированных компонентов. Однако, степень разделения ВЦГ, воды, аллилового спирта и неидентифицированного компонента, элюирующегося после воды, не достаточна. Поэтому на сегодняшний день вопрос о поиске условий разделения, в том числе и сорбента, остается актуальным.

Для проверки эффективности разделения компонентов опробован ряд сорбентов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сорбент	Качество разделения компонентов
15 % ПЭГ-2000	Вода элюируется с толуолом, ВЦГ и ацетонитрилом
15 % ТБПЭ	Вода элюируется «размытым» пиком, длительность анализа – 60-70 мин
Твин на полихrome	Несимметричный пик воды, постоянная корректировка коэффициента чувствительности

Из таблицы видно, что все используемые сорбенты имеют свои недостатки и не позволяют разделить компоненты производственных проб.

В настоящее время большинство подобных аналитических задач решается с помощью капиллярных колонок, поскольку их применение позволяет добиться большей эффективности разделения сложных многокомпонентных смесей. К тому же использование капиллярной

колонки позволило бы исключить частую замену насадочной колонки в связи с постепенным ухудшением ее разделяющей способности.

Работа проводилась на хроматографе Shimadzu с детектором по теплопроводности и капиллярной колонкой Rtx-624 длиной 30 м, диаметром 0,53 мм, с нанесенной неподвижной фазой – 6 % цианопропилфенил / 94 % диметилполисилоксан, толщина пленки 3 мкм.

Для разделения определяемых компонентов использовали следующий режим работы хроматографа:

– начальная температура колонки, °С	40;
– время начальной изотермы, мин	10;
– скорость программирования температуры, °С/мин	15;
– конечная температура колонки, °С	100;
– температура детектора, °С	150;
– режим ввода	деление потока;
– давление, кПа	6,1;
– общий поток, см <sup>3</sup> /мин	77,9;
– поток колонки, см <sup>3</sup> /мин	1,85;
– линейная скорость, см/с	16,7;
– обдув септы, см <sup>3</sup> /мин	2,0;
– коэффициент деления	40;
– время определения, мин	30.

Данный режим является оптимальным для разделения компонентов всей области определения.

Идентификация компонентов осуществлялась методом добавки чистых веществ, наличие которых в пробе предварительно подтверждено с помощью хромато-масс-спектрометра.

Хромато-масс-спектрометрическая система состояла из блоков:

- газовый хроматограф «Clarus 500 GC» с капиллярной колонкой длиной 100 м со 100 % диметилполисилоксановой фазой («Elite Petro»), диаметром 0,25 мм, толщиной пленки – 0,5 мкм.
- масс-спектрометр «Clarus 500 MS» с квадрупольным анализатором, префильтром и рениевым катодом. Детектором является

изолированный фотоумножитель, тип ионизации – электронный удар.

Режим работы хроматографа «Clarus 500 GC»:

– начальная температура колонки, °C	40;
– время начальной изотермы, мин	10;
– скорость программирования температуры, °C/мин	15;
– конечная температура колонки, °C	100;
– температура детектора, °C	150;
– режим ввода	деление потока;
– давление, кПа	6,1;
– общий поток, см <sup>3</sup> /мин	77,9;
– поток колонки, см <sup>3</sup> /мин	1,85;
– линейная скорость, см/с	16,7;
– обдув септы, см <sup>3</sup> /мин	2,0;
– коэффициент деления	40;
– время определения, мин	30.

В результате проведенной работы на капиллярной колонке Rtx-624 определены абсолютные и относительные времена удерживания компонентов, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Абсолютные, относительные времена удерживания компонентов (стандарт – ацетон)

Наименование компонента	Абсолютное время удерживания, мин	Относительное время удерживания
Вода	3,60	0,53
Углеводороды C <sub>4</sub>	3,80-4,05	0,56-0,59
Метанол	4,26	0,62
Этанол	5,77	0,84
<b>Ацетон</b>	<b>6,83</b>	<b>1,00</b>
Изопропанол	7,12	1,04
Ацетонитрил	8,40	1,23
Триметилкарбинол (ТМК)	8,55	1,25
Аллиловый спирт	10,76	1,58
вт-Бутанол	12,68	1,86

Наименование компонента	Абсолютное время удерживания, мин	Относительное время удерживания
Бензол	13,95	2,04
Кротональ	14,84	2,17
н-Бутанол	15,46	2,26
Толуол	18,61	2,72
ВЦГ	21,73	3,18
п+м-Ксилол	25,03	3,66
о-Ксилол	27,32	4,01
Стирол	27,43	4,04

В качестве метода количественного определения использовали метод внутренней нормализации с учетом коэффициентов чувствительности.

Поправочные коэффициенты чувствительности определяли хроматографированием искусственно приготовленных смесей необходимых компонентов с выбранным стандартным веществом (ацетоном) в среде растворителя (ацетонитрила) и последующим расчетом по формуле:

$$K_i = \frac{C_i \cdot S_{cm}}{C_{cm} \cdot S_i},$$

где  $C_i, C_{cm}$  – массовые доли определяемого компонента и стандарта, %.

$S_i, S_{cm}$  – площади пиков определяемого компонента и стандарта, мм<sup>2</sup>.

В таблице 3 представлены результаты экспериментального определения коэффициентов чувствительности компонентов.

Для оценки качества выполнения измерений рассчитан предел повторяемости (допустимое расхождение между двумя результатами параллельных определений). Выполнено по 10 параллельных измерений двух проб циркулирующего ацетонитрила с различным диапазоном определяемых компонентов. По полученным результатам рассчитано среднее арифметическое результатов параллельных измерений, среднее

квадратическое отклонение, а так же абсолютное и относительное значения допустимого расхождения.

Таблица 3 – Полученные относительные коэффициенты чувствительности компонентов (стандарт – ацетон)

Наименование компонента	Поправочный коэффициент чувствительности
Вода	0,80
Углеводороды C <sub>4</sub>	0,77
Метанол	0,79
Этанол	0,96
<b>Ацетон</b>	<b>1,00</b>
Изопропанол	1,07
Ацетонитрил	1,17
Триметилкарбинол (ТМК)	1,13
Аллиловый спирт	1,32
вт-Бутанол	1,03
Бензол	1,22
Кротоаль	1,24
н-Бутанол	1,06
Толуол	1,27
ВЦГ	1,38
п+м-Ксилол	1,35
о-Ксилол	1,36
Стирол	1,40

Разработанная методика измерения может быть рекомендована в аналитический контроль производства бутадиена.



# SCIENCE, TECHNOLOGY AND LIFE - 2017

IV Международная научная конференция

Чехия, Карловы Вары - Россия, Москва  
24-25 декабря 2017 г.

## SECTION 2. TECHNOLOGY

## К ОБОСНОВАНИЮ ФОРМЫ ВЫСЫПНОГО ОТВЕРСТИЯ ШНЕКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА- РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

Бычков И.Е.

Россия, БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Аннотация.** Дано обоснование формы высыпающего отверстия шнекового транспортера-распределителя, обеспечивающего равномерное заполнение емкостей различного назначения сыпучими материалами.

**Ключевые слова:** шнековый транспортер-распределитель, загрузка сыпучих материалов, высыпающее отверстие, бункер, хранилища, производительность шнекового транспортера.

**Abstract.** This rationale forms the eruptive vents screw conveyor-distributor, providing a uniform filling of containers for various purposes bulk materials.

**Keywords:** screw conveyor-dispenser, loading bulk materials, eruptive hole, bunker, storage, performance of the screw conveyor.

При обработке зерна часто требуется распределять его по определенной длине при заполнении различных емкостей или хранилищ [2, 3]. Выравнивание насыпей для более полного заполнения емкости требует применения ручного труда и, как следствие, увеличивается время простоя под грузовыми операциями, в связи с чем растут трудозатраты. Обычный шнековый транспортер в этом случае необходимо передвигать или использовать направляющие поворотные лотки.

В работе [1] была предложена конструкция транспортера-распределителя, обеспечивающего равномерное распределение материала по всей длине заполняемой емкости (рис.1).

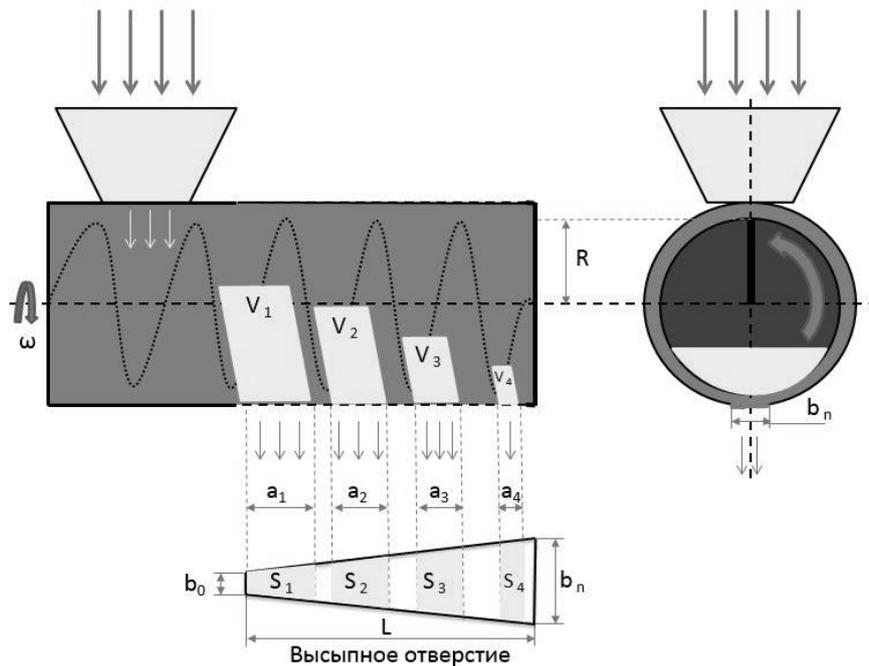


Рисунок 1. Схема работы шнекового транспортера-распределителя

Особенность конструкции заключается в том, что в нижней части кожуха транспортера имеется продольная прорезь (высыпное отверстие) для выгрузки зерна по всей длине кожуха. Технические параметры и расчеты, приведенные в работе [1], определили вид высыпного отверстия в виде трапеции, рассчитываемой по формуле:

$$b_n \geq \frac{2f\pi R^2}{kL} - b_0, \quad (1)$$

где  $L$  – длина высыпного отверстия;  
 $b_0$  – начальная ширина высыпного отверстия;  
 $b_n$  – конечная ширина высыпного отверстия;  
 $f$  – коэффициент заполнения шнека,  $f = 0,1 \dots 0,40$ ;  
 $k$  – коэффициент проходимости материала через отверстие;  
 $R$  – радиус шнека.

В ходе проведенных лабораторных испытаний был выявлен факт несоответствия нашего предположения о равномерном высыпании зерна вначале высыпного отверстия (рис.2)

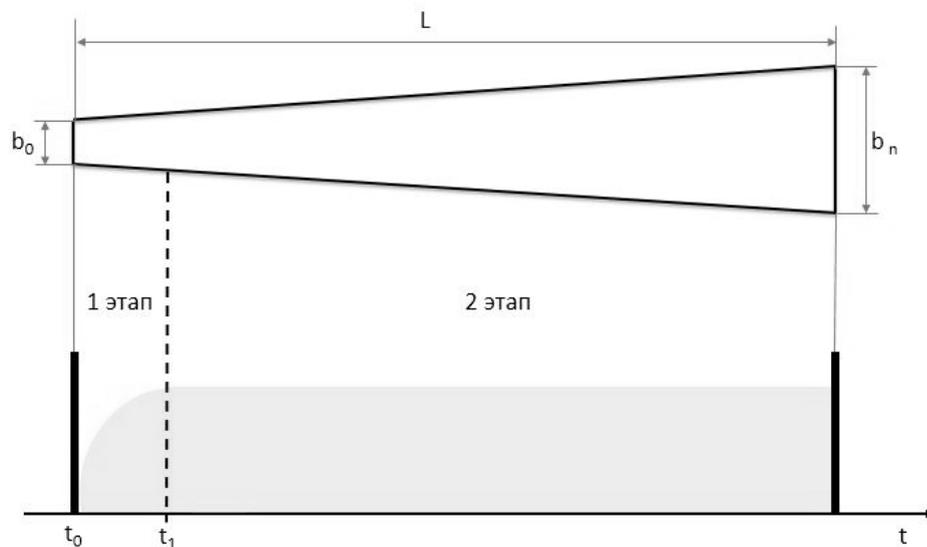


Рисунок 2. Схема распределения зерна вдоль высыпного отверстия

Для понимания причины такого распределения зерна рассмотрим кинематическую схему движения зерна на двух участках высыпного отверстия.

## 1. Начальный этап высыпания зерна через высыпное отверстие

Рассмотрим движение зерна от начального момента высыпания на отрезке от  $t_0$  до  $t_1$  (рис.2). Для простоты будем считать начальную скорость зерна равной нулю. Проследим, как будут меняться ускорение и скорость зерна.

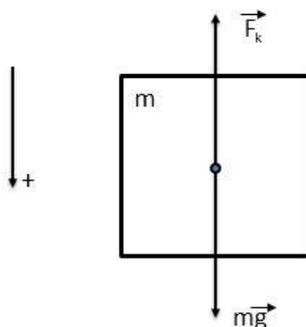


Рисунок 3. Действие сил на зерно

Движение зерна будет неравномерным [4]. Во время движения на него действуют две силы (рис. 3): сила тяжести  $F_{\text{тяж}} = mg$  и сила сопротивления

прохождения отверстия  $F_k$ . Будем считать положительным направление вниз.

Запишем для этого случая уравнение второго закона Ньютона:

$$mg + F_k = ma_3, \quad (2)$$

где  $m$  – масса зерна, кг;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$F_k$  – сила сопротивления прохождения отверстия;

$a_3$  – ускорение зерна,  $\text{м/с}^2$ .

В уравнении (2) две неизвестных:  $F_k$  и  $a_3$ . Необходимым дополнительным уравнением будет уравнение, связывающее силу сопротивления прохождения отверстия  $F_k$  со скоростью  $v$ :

$$F_k = -kv, \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент проходимости зерна через высыпное отверстие;

$v$  – скорость движения зерна.

Подставляя значение  $F_k$  из уравнения (3) в уравнение (2) получим:

$$mg - kv = ma_3, \quad (4)$$

Вспользуемся уравнением (4) и проследим за изменением ускорения  $a_3$ .

В начальный момент скорость  $v = 0$ , соответственно, из формулы (3) сила сопротивления прохождения отверстия  $F_k$  равна нулю. Поэтому ускорение  $a_3 = g$ .

В первые моменты движения скорость  $v$  быстро нарастает. Вместе с ней по формуле (3) растет сила сопротивления прохождения отверстия, разность сил  $(mg - kv)$  убывает и ускорение  $a_3$  начинает уменьшаться. График изменения ускорения во времени представлен на рис. 4.

Так как ускорение  $a_3$  становится все меньше, то в последующие промежутки времени рост скорости и изменение силы сопротивления все более замедляются.

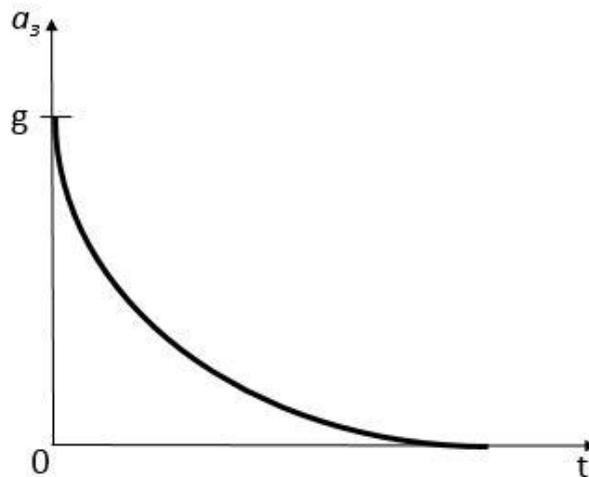


Рисунок 4. График изменения ускорения во времени

Как видно из уравнения (4), можно указать такую предельную скорость, при которой сила сопротивления прохождения отверстия станет равной силе тяжести, а ускорение обратится в нуль. Значение этой скорости определится из уравнения:

$$mg - kv = 0 \quad \text{или} \quad v = \frac{mg}{k}. \quad (5)$$

Используя график (рис. 5), можно проследить за изменением скорости. Вначале скорость быстро возрастает. Затем рост ее замедляется, и она постепенно приближается к значению  $v$ , равному скорости установившегося равномерного движения.

В начальный момент движение зерна было ускоренным, а потом равномерным. При этом ускорение его уменьшилось от значения  $g$  до нуля, а скорость увеличивалась от нуля до значения  $v$ , соответствующего установившемуся движению. Таким образом, действие сил сопротивления прохождению отверстия совершенно меняет картину свободного падения зерна: при падении зерно движется ускоренно только в начальный, не очень большой промежуток времени, а затем его движение становится равномерным.

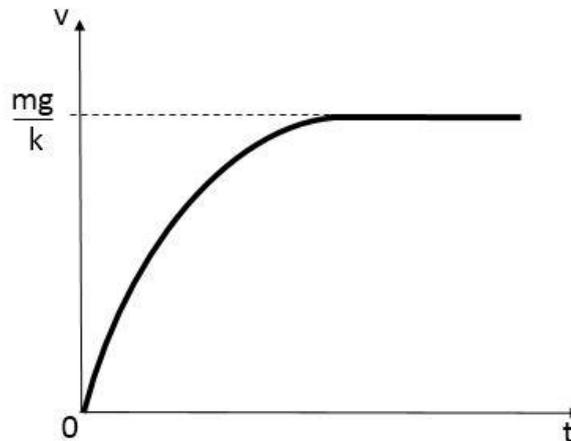


Рисунок 5. График изменения скорости от времени

Вместе со скоростью высыпания зерна нарастает и поток зерна  $P$ , равный количеству зерна объемом  $V$  прошедшего за единицу времени  $t$  через площадь  $S$ , тогда

$$P = \frac{V}{t} = \frac{Sh}{t} = Sv, \quad (6)$$

где  $P$  – поток зерна,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$V$  – объем зерна,  $\text{м}^3$ ;

$t$  – время,  $\text{с}$ ;

$S$  – площадь поперечного сечения потока зерна,  $\text{м}^2$ ;

$h$  – путь, пройденный зерном при движении вниз,  $\text{м}$ ;

$v$  – скорость потока зерна,  $\text{м}/\text{с}$ .

Используя формулу (6) можно построить зависимость площади  $S$  от скорости  $v$  при постоянном потоке  $P$ , который и обеспечит равномерное высыпание зерна на всем протяжении процесса высыпания

$$S = \frac{P}{v}. \quad (7)$$

Из формулы (7) видно, что зависимость площади обратна к скорости, соответственно и график зависимости  $S$  от  $t$  будет обратным к графику  $v$  от  $t$  (рис. 6).

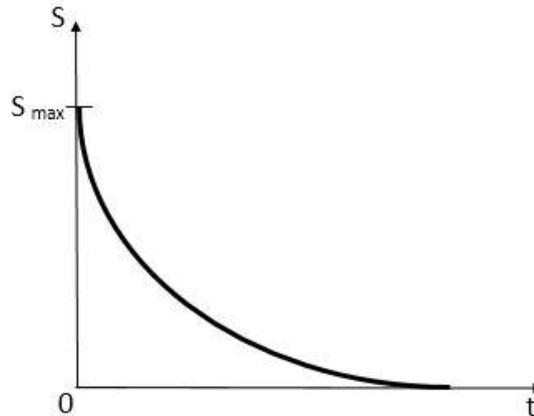


Рисунок 6. График изменения площади высыпного отверстия от времени

Из графика (рис. 6) очевидно, что именно по такой траектории будет меняться форма высыпного отверстия на первом этапе. Ширина высыпного отверстия будет меняться от  $b_{\max}$  до  $b_0$ , где  $b_{\max}$  может быть равна диаметру шнека или:

$$b_{\max} \leq 2R,$$

где  $R$  – радиус шнека.

Итак, на 1-м этапе форма высыпного отверстия принимает вид представленный на рисунке 7.

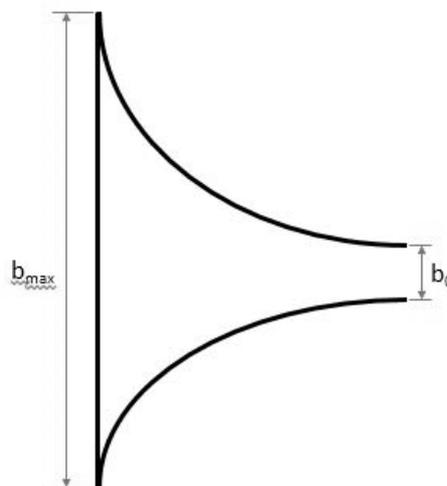


Рисунок 7. Вид высыпного отверстия на 1-м этапе

2. **Второй этап высыпания зерна через высыпное отверстие** характеризуется равномерностью высыпания по всей длине, а это возможно при условии постоянного потока  $P$  на каждом участке высыпного отверстия:

$$P = v S_1 = v S_2 = \dots = v S_n = \text{const.} \quad (8)$$

Так как скорость высыпания  $v$  постоянна, то из формулы (8) следует, что все площади высыпания на каждом участке равны:

$$S_1 = S_2 = \dots = S_n.$$

На рисунке 1 видно, что в процессе движения зерна вдоль высыпного отверстия, объем зерна постепенно уменьшается, соответственно и уменьшается площадь соприкосновения зерна с высыпным отверстием.

$$S = a b, \quad (9)$$

где  $S$  - площадь соприкосновения материала с высыпным отверстием,  $\text{м}^2$ ;  
 $a$  - длина высыпного участка,  $\text{м}$ ;  
 $b$  - ширина высыпного участка,  $\text{м}$ .

Объем  $V$  с течением времени  $t$  уменьшается от  $V$  до нуля и соответственно длина высыпного участка  $a$  меняется от  $a$  до нуля. Так как площадь высыпания на каждом участке равна, соответственно ширина высыпного участка  $b$  будет меняться в обратной зависимости к длине высыпного участка  $a$

$$b_i = \frac{S_i}{a_i}. \quad (10)$$

Найдем зависимость изменения длины высыпного участка  $a$  от времени  $t$  через зависимость изменения объема  $V$  с течением времени  $t$ . На всем протяжении высыпного отверстия поток зерна  $P$  равномерный, значит и уменьшение объема будет происходить равномерно. Линейное уменьшение объема зерна ведет к линейному уменьшению длины

высыпного участка  $a$  и, как следует из формулы (10), линейному увеличению ширины высыпного участка  $b$ . Из этого следует, что форма высыпного отверстия будет иметь вид трапеции. Формула (1), выведенная в работе [1] справедлива только для второго этапа высыпания зерна и ее можно принять для расчета ширины  $b_n$ .

Учитывая характер высыпания зерна на первом и втором этапах, форма высыпного отверстия должна иметь следующий вид, приведенный на рис.8.

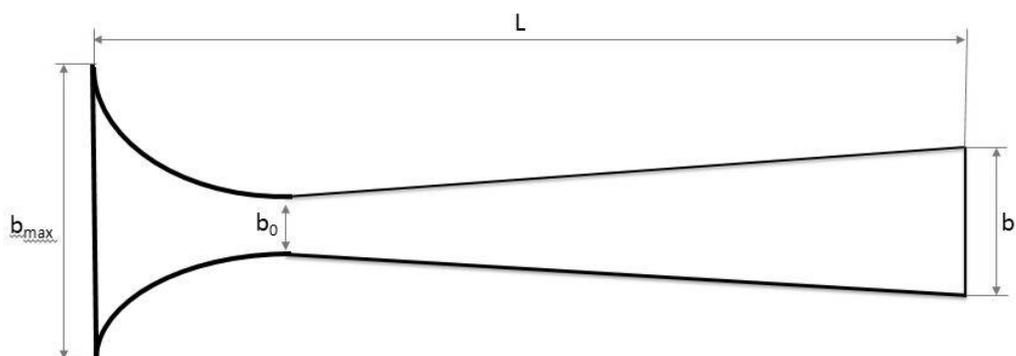


Рисунок 8. Вид высыпного отверстия

Дальнейшим направлением научных исследований является определение коэффициентов проходимости зерна  $k$  через высыпное отверстие на каждом участке и определению на втором этапе начальной ширины высыпного отверстия  $b_0$ . Это даст возможность построить максимально точную форму высыпного отверстия, позволяющую обеспечить равномерную выгрузки зерна по всей длине.

#### Список литературы:

1. Бычков И.Е. К обоснованию конструктивно-режимных параметров шнекового транспортера-распределителя / И.Е.Бычков, А.И.Купреенко, Х.М.Исаев // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. Сборник научных работ. - Брянск: Издательство Брянский ГАУ, 2016. - С. 56-62.
2. Мазько Н.Н. К вопросу об исследованиях закономерностей истечения сыпучих материалов из бункеров // Тезисы докл. XXX межвузовской науч. конф. студентов и аспирантов. – Самара: СамГАПС, 2003. – С. 154-155.

3. Мазько Н.Н. Перспективные направления исследований вопросов функционирования емкостей для сыпучих материалов // Дни студенческой науки / Сб. науч. трудов студентов и аспирантов. - Выпуск 7. – Самара: СамГАПС, 2006. – С. 45-46.
4. Трофимова Т.И. Курс физики: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 1990. – 478 с.

## ПОВЕРХНОСТНОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ И ХИМИКО- ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ФЕРРОМАГНИТНЫХ ПОРОШКОВ В МАГНИТОВИБРИРУЮЩЕМ СЛОЕ

ВЕРНИГОРОВ Ю.М., ЛЕЛЕТКО К.К.

Россия, ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Аннотация.** Развитие процессов вибрационной технологии предполагает дополнительные воздействия высоких температур, полей различной физической природы, химических процессов и т.д. Однако физическая картина процесса существенно усложняется, если вибрационные процессы обеспечиваются, например, воздействием на дисперсную среду электрических и магнитных полей. В частности, новые направления в широком спектре вибрационных технологий реализуются на базе вибрирующего слоя, полученного в магнитном поле: магнитовибрирующего слоя (МВС), который образуется дисперсной системой ферромагнитных частиц в межполюсном пространстве электромагнита переменного тока.

**Ключевые слова:** вибрация, вибрационные технологии, магнитное поле, магнитовибрирующий слой, дисперсная система, ферромагнитнетик.

**Abstract.** Development processes vibrating technology involves additional exposure to high temperatures, fields of different physical nature of chemical processes, etc. However, the physical picture of the process becomes significantly more complicated if the vibrational processes are provided, for example, by the action of electric and magnetic fields on the dispersed medium. In particular, new directions in a wide range of vibrational technologies are realized on the basis of a vibrating layer obtained in a magnetic field: a magneto-vibrating layer (MVL), which is formed by a dispersed system of ferromagnetic particles in the inter-polar space of an alternating current electromagnet.

**Key words:** vibration, vibrational technologies, magnetic field, magneto-vibrating layer, disperse system, ferromagnet.

**Введение.** Наиболее интенсивно порошковая металлургия получила развитие во второй половине 20 века. За это время разработаны материалы и технологии их производства, которые нашли широкое применение в различных отраслях промышленности и особенно в машиностроении. Основная масса машиностроительных порошковых материалов — это сплавы на основе железа ( $\approx 90\%$ ) [1]. Важным преимуществом порошковых технологий является возможность переработки в порошкообразное состояние отходов металлургического и машиностроительного производств. Почти все технологии получения порошков на основе железа содержат операции магнитной сепарации, фракционирования, смешивания, высокотемпературного восстановления или обезуглероживающего отжига, ферритизации, а также химико - термическую обработку и поверхностное легирование. Попытки интенсификации этих процессов с определенным успехом реализованы в установках с аэрокипящим слоем, химико - термической обработки и поверхностного плакирования в вибрирующем слое, отжига в виброкипящем слое, химического плакирования с наложением ультразвука [2-5]. Основной задачей, которую решают перечисленные способы, является получение максимальной порозности свободно насыпанной массы частиц для интенсификации процессов происходящих в системе газ (жидкость) - твердое тело. Однако, ни один из перечисленных способов не позволяет обеспечить пространственную устойчивость псевдооживленной полидисперсной массы частиц размером 1 – 500 мкм в условиях, когда газовая фаза движется с определенной скоростью через область псевдооживления.

Основным параметром, ограничивающим применимость того или иного способа в порошковых технологиях, является размер частиц. Другим ограничивающим фактором является температура. Химико - термическая обработка порошков железа в вибрирующем слое эффективна до температур порядка  $500^{\circ}\text{C}$ , при более высоких температурах происходит заметное снижение прочностных свойств реактора, а виброоживленный слой порошка резко изменяет свои реологические свойства, что приводит к

виброуплотнению, припеканию порошковых частиц к стенкам реактора и блокированию процесса. Использование в технологии плакирования добавок в виде порошков кристаллогидратов солей легирующих металлов еще более снижает эффективную температуру, а присутствие жидкой фазы приводит к образованию плотных гранул и окатышей. Это требует создания установок, позволяющих в течение цикла изменять частоту, амплитуду, направление вибрационного воздействия, что технологически не всегда оправдано.

**Цель работы.** Показать эффективность применения магнитовибрирующего слоя для управляемого движения частиц ферромагнитных порошков в рабочем пространстве аппарата с целью получения максимальной порозности свободно насыпанной массы частиц, что обеспечивает высокую производительность технологического процесса.

**Основная часть.** Дисперсные ферромагнетики в межполюсной области электромагнита переменного тока при определенных условиях могут быть введены в режим параметрических или кинематических колебаний. Совокупность частиц, осциллирующих под действием сил электромагнитного поля, принято рассматривать как область магнитовибрационного ожигения (МВО) [6]. Технологические процессы, в основе которых используется МВО тонкодисперсных сред, получают все большее распространение. Эффективность таких технологических процессов определяется рядом факторов, в частности, интенсивностью движения частиц дисперсной среды.

Применение магнитовибрирующего слоя (МВС) эффективно решает задачу управления вибрационным воздействием, а реализация МВС в аппаратах того или иного назначения открывает определенные возможности использования в порошковой металлургии материалов на основе железа. Наиболее характерными состояниями дисперсной ферромагнитной среды в магнитном поле являются- магнитокипение, магнитоожигение, объемно текстурированная система вибрирующих агрегатов, пространственно - устойчивое состояние магнитоожигенных частиц или агрегатов [6]. Эти

состояния открывают дополнительные технологические возможности в порошковой металлургии. Например, отходы шлифовального производства - почти кондиционное сырье, но практически не используемое для получения антифрикционных и конструкционных порошковых материалов из-за невозможности удалить традиционными способами абразивные частицы. Характерная особенность шлифовального шлама - повышенная способность стружкообразных частиц к образованию микроагрегатов за счет сил механического и магнитоэлектрического взаимодействий, внутри которых заключены частицы немагнитной фракции. В [7-10] показана высокая эффективность магнитокипящего состояния, где при соответствующем подборе параметров: амплитуды, градиента индукции, частоты магнитного поля и времени воздействия, можно реализовать режимы, при которых происходит интенсивное разрушение агрегатов. Основными механизмами разрушения можно предположить следующие, во-первых, разрушение микроагрегатов из частиц из-за неоднородности индукции магнитного поля; во - вторых, ударное разрушение при взаимодействии агрегатов, совершающих возвратно- поступательные и колебательно- вращательные движения, друг с другом [11-12].

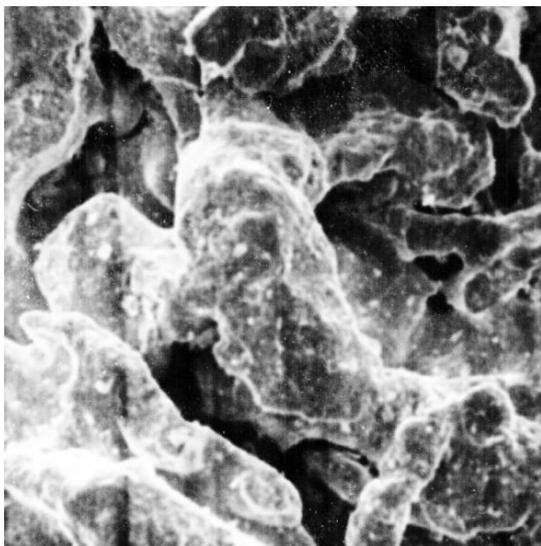
Другое перспективное направление в технологиях с применением МВС, используемых в порошковой металлургии ферромагнитных материалов - термическая и химико-термическая обработка порошков. Эта технология позволяет реализовать практически все преимущества МВС при температурах до 700°С, в том числе отсутствие внешнего механического воздействия на дисперсную среду и, как следствие этого, управление процессами, изменяя параметры магнитного поля. Создание однородной порозности во всем объеме порошкового слоя повышает эффективность массообменных процессов до уровня, соответствующего полному устранению препятствий между поверхностью частиц и газовой (паро-газовой) средой.

Получение композиционных порошков, в частности на основе железа, обеспечивает высокую однородность распределения добавок в объеме дисперсной массы. Если добавкой являются металлы, используемые в

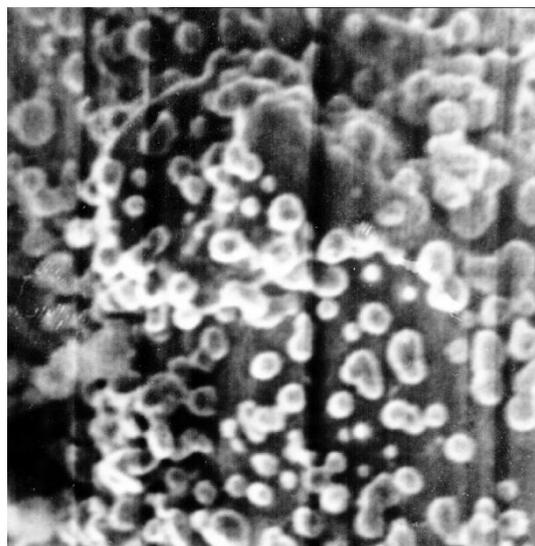
качестве легирующих элементов, а их удельная масса не сильно отличается от удельной массы основы, то композиции получают механическим смешиванием или диспергированием расплава заданного состава. Если же вводимые добавки – неметаллы (S, P, стеариновокислый цинк и др.) или соединения неорганического происхождения, то получение однородной композиции представляет определенные трудности.

Использование магнитовибрационного воздействия на ферромагнитные порошки позволило получить не только высокую однородность распределения легирующих добавок, но и получить металлополимерные композиционные порошки с содержанием полимерной составляющей от 0,2 до 3,0 % от массы порошка основы. «Теплое» прессование таких порошков позволило в 10 – 12 раз повысить сырую прочность антифрикционных материалов при пористости 22-24 %. Способ магнитовибрационной обработки позволил реализовать высокотемпературный (1000-1100 °С) довосстановительный отжиг измельченной окалины в высокопористом (55-60 %) структурированном состоянии. Полученный железный порошок обладает низкой насыпной плотностью ( $1,8-2,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ), достаточно высокой уплотняемостью ( $6,8 - 6,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  при удельном давлении прессования  $7 \text{ т/см}^2$ ).

Композиционные железо-медные порошки полученные контактным восстановлением безводных хлористых солей меди водородом в магнитовибрирующем слое обладающая высокой однородностью распределения легирующего элемента, позволили реализовать требуемые физико-механические свойства медистых спеченных сталей при содержании меди на 25-30 % меньше, чем при традиционных методах смешивания шихты.



а)



б)

Рис.1. Поверхность частиц:

а) -исходного порошка в состоянии поставки, б) - после плакирования в МВС (x 1000)

На рис.1 представлены фрагменты поверхности частиц исходного порошка железа и того же порошка после «сухого» плакирования медью из безводных солей ( $CuCl$ ) в МВС. Процесс проводился при  $T = 320^{\circ}C$ , в среде водорода. На поверхности обработанного порошка не видно явных точечных и коагуляционных контактов характерных для механических вибрационных процессов.

Большинство технологий производства порошков на основе железа, в том числе и ферритовых порошков, содержат операции высокотемпературного отжига или ферритизации, в результате чего полупродуктом являются массивные губчатые спеки, которые подвергаются интенсивному измельчению. Например, технология производства железного порошка на Сулинском металлургическом заводе содержит операции поэтапного дробления спека сначала в дискозубых дробилках, в отбойно – центробежной дробилке, в однороторной молотковой дробилке и окончательный размол в стержневой мельнице. Энергетические затраты на размол составляют 45-50% от общих затрат на производство, при этом порошок имеет высокие значения величин микронапряжений и плотности дислокаций в результате наклепа. Процессы отжига с применением МВС

позволяют в значительной степени снизить энергозатраты на размол и повысить технологические свойства порошков. Схематично процесс можно представить следующим образом: на начальном этапе порошок - сырец (окалина, железорудный концентрат) подвергаются интенсивному магнитокипению при температурах 250-300°C, при этом происходят процессы сушки, выгорания органических примесей и сепарация немагнитной фракции. Затем из магнитокипящего состояния порошкообразная среда переводится в пространственно-устойчивое, жестко ориентированное по магнитным силовым линиям состояние, характеризующееся высокой направленной пористостью агрегатов частиц с точечными контактами конденсационной или кристаллизационной природы [13-16] (рис.2).

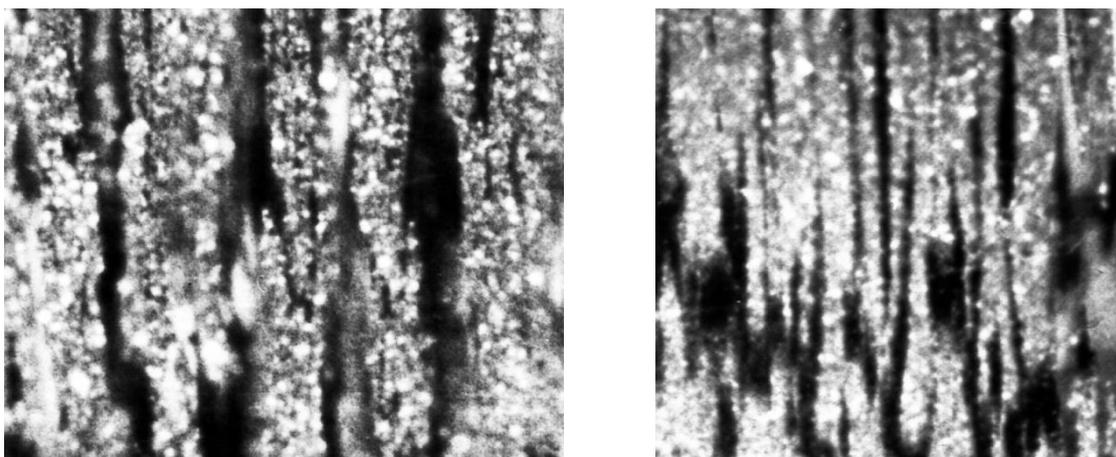


Рис.2. Пространственно-устойчивое состояние агрегатов ( x 4)

Как показывает опыт, агрегаты сохраняют свою пространственную устойчивость до температур  $\sim 1150^{\circ}\text{C}$ . Реальные режимы отжига не превышают  $950^{\circ}\text{C}$ . Восстановленные в промышленных режимах агрегатированные спеки легко размалываются до размеров частиц исходного порошка и имеют технологические свойства на 15-25% превышающие серийно-выпускаемые.

## Выводы

Магнитовибрирующий слой тонкодисперсных порошков ферромагнитных материалов обеспечивает взвешенное состояние частиц твердой фазы, размер которых составляет от долей микрона и выше, при этом происходит разрушение ранее образованных агрегатов, что открывает новые возможности совершенствования технологических процессов.

Разработка техпроцессов сводится не к модернизации или совершенствованию действующих, а к созданию новых. Исследование закономерностей магнитовибрационных процессов создает предпосылки для их применения в аппаратах различного назначения: внесение легирующих примесей на частицы и очистка их поверхностей, гетерогенные каталитические процессы восстановления и окисление диспергированной твердой фазы, и др.

## Список литературы:

1. Process Economics and Technological Advances in PM Automotive Parts / David Whittaker - Special interest session EURO PM 97, Munich, 1997.
2. Получение ферритовых порошков в потоках высокотемпературных теплоносителей / Пархоменко В.Д., Сорока П.И., Голубков Л.А., Липатов П.В. - Киев: Наукова думка, 1988.
3. Технологическая схема химико-термической обработки порошков в вибрирующем слое / Гордин Ю.А., Красниченко Л.В., Люлько В.Г. - Порошковая металлургия, Ч1 - Тезисы докл. XVI всесоюзной научно-технической конференции. Свердловск, 1989.
4. Довосстановительный отжиг железного порошка в вибрирующем слое / Люлько В.Г., Красниченко Л.В., Кишко В.Д., Литвиненко В.И. - Порошковая металлургия, 1979, №7.
5. Исследование и разработка способа получения легированного железного порошка методом контактного осаждения меди / Литвиненко В.И. - Автореферат канд. Диссертации, Ростов-н/Д, 1972.
6. Вернигоров Ю.М. Магнитовибрационная технология производства порошковых магнитов: Дис. док. тех. наук. Ростов н/Д, 1995. - 369 с
7. Особенности сепарации шламовых отходов стали ШХ-15 в высокоградиентном магнитном поле / Вернигоров Ю.М., Гордин Ю.А., Егорова С.И. - Электрофизические технологии в порошковой металлургии: Сборник науч. тр. Киев, ИПМ АН УССР, 1989.

8. Моделирование разрушения агрегатов высококоэрцитивных дисперсных ферромагнетиков в магнитных полях различной топологии/ Вернигоров Ю.М. Лелетко К.К-Sciences of Europe. Vol.1.№21,(21), P.43-46.
9. Vernigorov Yu.M., Yegorov I.N., Yegorova S.I. Disperse ferromagnet in the magnetovibrating layer / JEMS'04 Joint European Magnetic Symposia: Abstracts Book, 5-10 Sept., Dresden, Germany, 2004.- P. 131.
10. Плотников Д.М. Повышение качества изделий из порошковых материалов за счет использования магнитовибрационной технологии сепарации шлифовальных шламов подшипникового производства. Автореферат дис. к.т.н., Новочеркасск 2009.
11. Об одном механизме разрушения частиц ферромагнитных материалов в магнитовибрирующем слое низкой порозности/ Вернигоров Ю. М., Н. Н. Фролова// Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании`2011': сб. науч. тр. по материалам междунар. науч. - практ. конф., 20 – 27 декабря. - Одесса, 2011. - Т.7: Технические науки. - С. 5-8.
12. Разрушение частиц ферромагнитного материала в магнитовибрирующем слое с высокой порозностью./ Ю. М. Вернигоров, Н. Н. Фролова//Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т.11, №7 (58), с.1127-1131
13. Vernigorov Yu.M., Egorov I.N., Egorova S.I. The application of a magnetovibrating layer to the milling of ferromagnetic materials // Euro PM2005 Powder Metallurgy Congress and Exhibition: Proceedings, Vol. 1, 2-5 October, Prague, Czech Republic, 2005.- P. 451-455.
14. Мельница для помола ферромагнитных порошков на базе винтового барабана/ Вернигоров Ю. М., Н. Н. Фролова, Серга Г. В., Гордеева А. Б., // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития `2011': сб. науч. тр. по материалам междунар. науч. - практ. конф., 04 – 15 октября. - Одесса, 2011. - Т.5: Технические науки. - С. 52-56.
15. Анализ технических устройств, предназначенных для помола металлических порошков./ Вернигоров Ю. М., Фролова Н. Н.// Вопросы вибрационной технологии. Межвуз. сб. науч. ст., Ростов-на-Дону, 2011, с. 21-25.
16. Зависимость гранулометрического состава порошка  $\text{SmCo}_5$  от времени помола в магнитовибрационной мельнице/ Н. Н.Фролова// Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании`2011': сб. науч. тр. по материалам междунар. науч. - практ. конф., 20 – 27 декабря. - Одесса, 2011. - Т.7: Технические науки. - С. 8-10.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ЛИКВИДАЦИИ ВЕТХОГО ЖИЛЬЯ В Г. ТАМБОВЕ КАК ОСНОВА БЛАГОСОСТОЯНИЯ ОБЩЕСТВА

Ельчищева Т.Ф., Пудовкина А.В.

Россия, Тамбовский государственный технический университет

**Аннотация.** Одной из важных проблем современного градостроительства является ликвидация ветхого жилищного фонда, не отвечающего современным принципам проектирования и комфорта жителей, и строительство на его месте нового жилья. Данная проблема весьма актуальна для г. Тамбова. Ее решение может быть достигнуто путем проектирования жилых домов в соответствии с принятыми строительными нормами и стандартами качества, что обеспечивает не только комфортные условия проживания населения, но и безопасность при эксплуатации. В работе предлагается на месте сносимого жилого фонда строительство современного разноуровневого 10-12-14-этажного жилого дома на 220 квартир с помещениями общественного назначения на первом этаже. Произведена разработка архитектурно-планировочного, конструктивного и фасадного решения объекта проектирования. Приведено планировочное решение отдельных помещений и планировка здания в целом. Разработан генеральный план района застройки. При проектировании обеспечена масштабность и визуальная связь проектируемого и окружающих зданий.

**Ключевые слова:** ветхий жилищный фонд, жилой дом, генеральный план.

**Abstract.** One of the important problems of modern urban development is the elimination of a dilapidated housing stock that does not meet the modern principles of design and comfort of residents, and the construction of new housing in its place. This problem is very relevant for Tambov. Its solution can be achieved by designing residential houses in accordance with accepted building codes and quality standards, which ensures not only comfortable living conditions of the population, but also safety during operation. The paper proposes the construction of a modern multi-level 10-12-14-storey residential building for 220 apartments with public facilities on the ground

floor at the site of the demolished housing stock. The architectural-planning, constructive and facade design of the design object has been developed. The planning decision of the individual rooms and the layout of the building as a whole are given. A master plan for the development area was developed. When designing, the scale and visual connection of the designed and surrounding buildings is ensured.

**Keywords:** dilapidated housing stock, residential building, master plan.

Значимой проблемой современного градостроительства для большинства городов, имеющих длинную историю в несколько столетий, является ликвидация ветхого жилищного фонда и строительство на его месте нового жилья. Такая задача актуальна и для г. Тамбова. Проживание граждан в ветхом жилищном фонде сопряжено с риском возникновения чрезвычайных ситуаций. Это повышает социальную напряженность в обществе. Кроме того, наличие ветхих строений сдерживает развитие инженерной и социальной инфраструктур, ухудшает внешний облик, благоустройство, снижает инвестиционную и туристическую привлекательность города.

В основной массе программа ликвидации ветхого жилого фонда в настоящее время затронула лишь центральную часть г. Тамбова, где велось строительство нового жилья и требовалось производить расселение жильцов. В данной работе предлагается перенесение акцента с центральной части города на снос ветхого жилья в селитебной зоне северного планировочного района Тамбова – в границах улиц К. Маркса (домовладения 203, 201, 199, 197) и Чичканова (домовладения 88 и 86). На данном участке предполагается размещение вновь возводимого разноуровневого 10-12-14-этажного жилого дома на 220 квартир с помещениями общественного назначения на 1-м этаже. Участок под строительство объекта выбран с учетом существующего территориального резерва и функционального зонирования территории городской застройки. С севера участок ограничен красной линией ул. Чичканова, с запада – красной линией ул. К. Маркса, вдоль которой развернут главный фасад проектируемого здания.

Рассматриваемый район является одной из наиболее благоустроенных селитебных территорий города. Плотность застройки здесь высока, и землеотвод участка под строительство возможен только за счет сноса ветхого аварийного жилого фонда.

При проектировании объекта были учтены следующие природно-климатические условия района строительства: климатический район – II, климатический подрайон – IIВ. Климат – умеренно-континентальный, с жарким летом и холодной зимой. Сезоны – выражены довольно резко. Климат характеризуется следующими показателями: среднегодовая температура –  $+6,1^{\circ}\text{C}$ ; абсолютный минимум температуры – минус  $38^{\circ}\text{C}$ ; абсолютный максимум температуры –  $+41,1^{\circ}\text{C}$ ; средняя температура наиболее жаркого месяца –  $+25,6^{\circ}\text{C}$ ; средняя температура наиболее холодного месяца – минус  $10^{\circ}\text{C}$ ; годовое количество осадков – колеблется от 400 до 650 мм, более половины осадков (около 270 мм) выпадает в теплый период года. Длительность теплого периода – в среднем 215–220 дней, продолжительность безморозного периода – 135–145 дней. Преобладающее направление ветра – юго-западное, юго-восточное, средняя скорость ветра – 3,6 м/сек, штормовые ветры со скоростью 20 м/с могут ожидаться 4–5 раз в сезон. Среднегодовая влажность воздуха – 75%, глубина промерзания грунтов – от 1,4 м (для глинистых грунтов) до 1,7 м (для песчаных грунтов).

На территории проектируемого земельного участка гидрообъекты отсутствуют. Рельеф участка – ровный, с небольшим общим уклоном на северо-запад, что позволяет осуществить устройство легкодоступного внутреннего полуподземного и подземного пространства, занимая всю территорию на используемом участке. По характеру поверхности территория представляет собой пологоволнистую, слегка всхолмленную равнину. По характеру растительного покрова – территория находится в пределах городской.

Капитальные строения на территории земельного участка отсутствуют (за исключением фрагментов ветхого жилья, надворных построек, которые

планируются к сносу). Древесно-кустарниковые насаждения, по возможности, переносятся, или восстанавливаются путем компенсационных посадок лиственных насаждений, территория участка расчищается.

По инженерно-геологическим данным, процессы, отрицательно влияющие на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, не выявлены.

Объекты инфраструктуры находятся в шаговой доступности будущих жителей дома – это Центральная городская библиотека им Н.К. Крупской, отделения различных банков, почта, остановки общественного транспорта, площадь Льва Толстого, довольно близкое расположение к Центральному рынку и т.д. Транспортная и пешеходная доступность делают проектируемый жилой дом привлекательным для проживания и выполнения общественных функций, активно «работающих» для всего населения города.

В плане здание ломаной конфигурации, благодаря этому около дома организуется двор полузамкнутого типа, раскрытый на восток и юго-восток.

Анализ района строительства показал, что основным источником шума в районе застройки является одна из главных транспортных магистралей города – ул. Карла Маркса, однако она расположена на значительном расстоянии от проектируемого жилого дома, ограничена существующей многоэтажной жилой застройкой и ландшафтно-рекреационной зоной, поэтому не оказывает негативного влияния на шумовой режим здания.

Из проектируемого здания обеспечивается визуальная связь с дворовой территорией, на которой жилой дом занимает 1/3 площади. Это позволяет сохранить большое количество существующих деревьев и сформировать собственный микроклимат. Въезды во двор жилого дома производятся со стороны ул. К. Маркса по одному внутриквартальному проезду с двусторонним движением (шириной более 6 метров). Между соседними жилыми домами и общественными объектами также предусмотрены проезды, соединяющие уличные и дворовые пространства.

Запроектирована организация дорожного движения автомобилей и пешеходов, установлены дорожные знаки и разметка. Центральные входы (5 входов) в общественную часть жилого дома организованы со стороны К. Маркса и ул. Чичканова, входные группы в жилую часть комплекса – со стороны дворовой территории.

На прилегающей к жилому дому дворовой территории запроектировано размещение следующих сооружений: 4 детские игровые площадки, рекреационная зона для отдыха взрослого населения, площадка для выгула собак, 3 спортивные площадки, автостоянка на 45 машино-мест, заездные карманы на 34 машино-места, площадка для установки мусоросборных контейнеров, пешеходные дорожки, тротуары.

Площадь придомовой территории – 1,6 Га (16,275 м<sup>2</sup>). Расчетное число жителей дома – 563 человека.

Озеленение участка решается устройством цветников, посадкой деревьев, кустарников и посевом газонов. Элементы благоустройства и малые архитектурные формы (скамейки, газоны, урны, беседки, фонтаны) приняты по действующим типовым проектам. Детские игровые площадки оснащены стандартным игровым оборудованием.

Основные технико-экономические показатели проекта: площадь застройки – 5540,4 м<sup>2</sup>; площадь участка – 2,3 Га (21717,5 м<sup>2</sup>); площадь проездов, дорожек, стоянок – 1892 м<sup>2</sup>; площадь озеленения – 6880,7 м<sup>2</sup>.

Объёмно-планировочное решение проектируемого здания разработано на основе применения современных строительных материалов и конструкций. Конструктивное решение разработано в соответствии со справочной и нормативной литературой [1–9] и приведено в табл. 1.

Здание выполнено в сдержанных прямолинейных формах. Внешний вид отличает лаконичность, изящество и простота архитектуры. Исключительная обзорность участка с выходом в центр города определяет силуэт застройки.

Жилой дом представляет собой единый объем, который условно можно поделить на 4-е корпуса переменной этажности, выдержанные в едином стиле – 10, 14, 12 и 10 этажей. Начинает линию застройки 10-этажный корпус, продолжают 14-ти и 12-этажные корпуса, заканчивает 10-этажный корпус. Самая высокая точка 14-этажного корпуса, являющаяся доминантой застройки, находится на пересечении улиц К. Маркса и Чичканова.

С целью наилучших видовых и инсоляционных характеристик оптимальным композиционным решением здания стало размещение его корпусов в виде единой ломаной линии, форма здания при этом одновременно является выразительной и вместительной, которая дает необходимые дворовые площади и площади помещений.

Силуэт и фасадное решение объекта обеспечивают масштабность и визуальную связь проектируемого здания с окружающими зданиями и сооружениями, что способствует гармоничному завершению застройки рассматриваемого квартала (рис. 1 – 4) и его значимому расположению на карте города.



Рисунок 1. Фасад в осях 1–28 (по улице К. Маркса)



Рисунок 2. Фасад в осях А–Т (по ул. Чичерина)



Рисунок 3. Фасад в осях Т–А (дворовая территория)



Рисунок 4. Фасад в осях 28–1 (дворовая территория)

Концептуальное решение здания организует двор полузамкнутого типа. Тем самым создается собственное пространство, которое, наряду с приватностью размещения, имеет удобные пешеходные связи с окружающей территорией. Строгие фасады и сплошной, внушительный по протяженности фронт застройки создает впечатление форта, надежно защищающего жильцов от городской суеты.

В уровне первого этажа комплекса размещены встроенно-пристроенные общественные помещения открытого типа: аптека, цветочный магазин, салон сотовой связи. Кроме того, в общественную зону включен оздоровительный комплекс – фитнес-центр с тренажерным залом. Данные общественные помещения доступны всем горожанам, но не нарушает приватность жителей комплекса.

В здании одноуровневая подземная стоянка. На въезде в паркинг расположен контрольно-пропускной охранной пункт, оборудованный системой контроля доступа.

Благоустройство придомовой территории достигается с помощью декоративных уличных фонарей, единой архитектурной концепции, проектирования ландшафтного дизайна, освещения.

Здание состоит из 4-х секций переменной этажности: 2 секции – 10 этажей, 1 секция – 12 этажей, 1 секция – 14 этажей, включая технический чердак и одноуровневую подземную парковку. Жилые секции спроектированы на основе прямоугольной модульной координационной сетки.

Расположение квартир в запроектированных секциях:

1 секция (торцевая прямоугольная) – 1-комнатная квартира (на 1-м этаже), 1-1-2-3-комнатные квартиры (со 2-го по 9-й этаж);

2 секция (торцевая поворотная) – 2-2-2-2-1-1-4-комнатные квартиры (со 2-го по 13-й этаж);

3 секция (рядовая, прямоугольная) – 1-1-2-3-комнатные квартиры (со 2-го по 9-й этаж);

4 секция (торцевая прямоугольная) – 1-комнатная квартира (1-й этаж),  
1-1-2-3-комнатные квартиры (со 2-го по 9-й этаж);

Для рационального расселения семей, различных по численности и возрастному составу в секциях предусмотрена большая дифференциация типов квартир по их площади, планировочной структуре и числу комнат.

Квартиры имеют кухни, кухонную зону в кухне-столовой или кухни-ниши, отдельные или совмещенные санузлы, в том числе в ряде квартир расположены гостевые туалеты, а также летние помещения – остекленные лоджии и балконы. В квартирах запланированы места для устройства встроенных шкафов и гардеробных. Общие комнаты и спальни имеют пропорции, близкие по длине и ширине к прямоугольнику, что позволяет произвести легкое и вариантное деление расстановку мебели. Предусмотрено функциональное зонирование квартир на гостевую и приватную части. Спальные комнаты во всех квартирах располагаются в глубине, что позволяет получить высокий акустический комфорт. Планировка квартир предусматривает возможность их перепланировки.

Связь между жилыми этажами осуществляется посредством двухмаршевых лестниц и лифтов (по 2 лифта в каждой секции). Для безопасности и защищенности жильцов и их имущества входы в жилой дом находятся во внутреннем периметре здания. Входные площадки в подъезды оборудованы защитными козырьками и водоотводами, устроены пандусы для въезда маломобильных групп населения и детских колясок. Входная группа включает тамбур (на 1-м этаже) и вестибюльную зону встроенной планировки.

Функциональное зонирование здания выполнено по ниже приведенной схеме экспликаций помещений с указанием номеров помещений на плане здания (рис. 5–6). На первом этаже располагаются:

Салон красоты, который включает помещения:

17. Тамбур – 5 м<sup>2</sup>. 18. Ресепшн – 8 м<sup>2</sup>. 19. Холл – 14 м<sup>2</sup>. 20. Зал ожидания – 10 м<sup>2</sup>. 21. Гардеробная – 9 м<sup>2</sup>. 22. Женский зал, маникюрный кабинет – 15

м<sup>2</sup>. 23. Женский зал – 15 м<sup>2</sup>. 24. Мужской зал – 15 м<sup>2</sup>. 25. Солярий – 4 м<sup>2</sup>. 26. Комната персонала – 9 м<sup>2</sup>. 27. Директор – 13 м<sup>2</sup>. 28. Санузел женский – 6 м<sup>2</sup>. 29. Санузел мужской – 6 м<sup>2</sup>.

Фитнес-центр, включает:

30. Тамбур – 8 м<sup>2</sup>. 31. Вестибюль – 29 м<sup>2</sup>. 32. Фитнес-бар – 15 м<sup>2</sup>. 33. Пост охраны – 13 м<sup>2</sup>. 34. Ресепшн – 10 м<sup>2</sup>. 34. Гардеробная – 11 м<sup>2</sup>. 35. Холл – 43 м<sup>2</sup>. 36. Зал аэробики (женский) – 80 м<sup>2</sup>. 37. Раздевалка (женская) – 17 м<sup>2</sup>. 38. Душевая – 5 м<sup>2</sup>. 39. Санузел – 7 м<sup>2</sup>. 40. Сайкл-студия – 43 м<sup>2</sup>. 41. Тренажерный зал – 83 м<sup>2</sup>. 42. Раздевалка (женская) – 16 м<sup>2</sup>. 43. Душевая – 5 м<sup>2</sup>. 44. Санузел – 6 м<sup>2</sup>. 45. Раздевалка (мужская) – 18 м<sup>2</sup>. 46. Санузел – 8 м<sup>2</sup>. 47. Душевая – 6 м<sup>2</sup>. 48. Инвентарная – 13 м<sup>2</sup>. 49. Комната – 17 м<sup>2</sup>. 50. Директор – 17 м<sup>2</sup>. 51. Медицинский кабинет – 23 м<sup>2</sup>. 52. Санузел медицинского кабинета – 5 м<sup>2</sup>. 53. Санузел персонала и администрации – 4,5 м<sup>2</sup>.

Таблица 1 – Конструктивное решение здания

Наименование показателя	Характеристика
Степень огнестойкости здания	II
Количество секций	4
Этажность	10-12-14-10
Общее количество квартир	220
Конструктивная система	стеновая
Конструктивная схема	с перекрестным расположением несущих стен
Фундамент	монолитный ленточный, бетонный
Стены	кирпичная кладка толщиной 640 мм
Фасад	Клинкерный кирпич и клинкерная плитка, навесные декоративные панели
Теплоизоляция	полиуретановые (PUR) теплоизоляционные плиты
Внутренние перегородки	кирпичная кладка толщиной 120 мм
Межкомнатные перегородки	кирпичная кладка толщиной 380 мм
Межэтажные перекрытия	монолитные толщиной 220 мм
Ограждения лоджий, балконов	кирпичная кладка из лицевого кирпича высотой 1,2 м
Отделка и оборудование квартир	установка металлических входных дверей; установка стеклопакетов с подоконниками и отливами; устройство бетонной стяжки;

Наименование показателя	Характеристика
	разводка водопровода и канализации
Тип бытовой плиты в квартире	электрическая плита
Отделка мест общего пользования	полы :входной группы, вестибюля, лифтовые холлы – противоскользящая плитка; стены и перегородки – высококачественная штукатурка с окраской влагостойкими красками, облицовка искусственным камнем; потолки: штукатурка, покраска вододисперсными красками; лестницы: ступени – керамогранитная плитка; стены, потолки, марши – покраска водостойкой водоэмульсионной краской; поручни – металлические.
Подъезды	входы в подъезды оборудованы защитными козырьками, устроены пандусы для маломобильных групп населения с ограждением и поручнями.
Отопление	центральное
Электричество	установленная электрическая мощность на квартиру в среднем 10 кВт
Мусоропровод	встроенный, на первом этаже есть подъездные площадки для сбора отходов. На придомовой территории предусмотрена площадка для сбора мусора
Крыша	плоская, предусмотрены выходы на чердак и кровлю в каждой секции
Водосток	внутренний

Салон сотовой связи, включает:

54. Торговый зал – 26 м<sup>2</sup>. 55. Ресепшн – 10 м<sup>2</sup>. 56. Помещение персонала – 12 м<sup>2</sup>. 57. Хранилище – 3 м<sup>2</sup>. 58. Санузел персонала – 2 м<sup>2</sup>.

Аптека, включает:

59. Торговый зал – 55 м<sup>2</sup>. 60. Помещение приготовления лекарств – 19 м<sup>2</sup>. 61. Комната обслуживания и склад – 38 м<sup>2</sup>. 62. Комната персонала – 10 м<sup>2</sup>. 63. Санузел персонала – 3 м<sup>2</sup>. 64. Тамбур – 4 м<sup>2</sup>.

Цветочный магазин, включает:

65. Торговый зал – 115 м<sup>2</sup>. 66. Кабинет директора – 13 м<sup>2</sup>. 67. Подсобное помещение – 9 м<sup>2</sup>. 68. Комната персонала – 10 м<sup>2</sup>. 69. Место упаковки и оплаты – 22 м<sup>2</sup>. 70. Охлаждающая камера экзотических цветов – 16 м<sup>2</sup>. 71. Охлаждающая камера цветов – 25 м<sup>2</sup>. 72. Загрузка – 6 м<sup>2</sup>. 73. Камера отходов – 6 м<sup>2</sup>. 74. Склад – 8 м<sup>2</sup>.

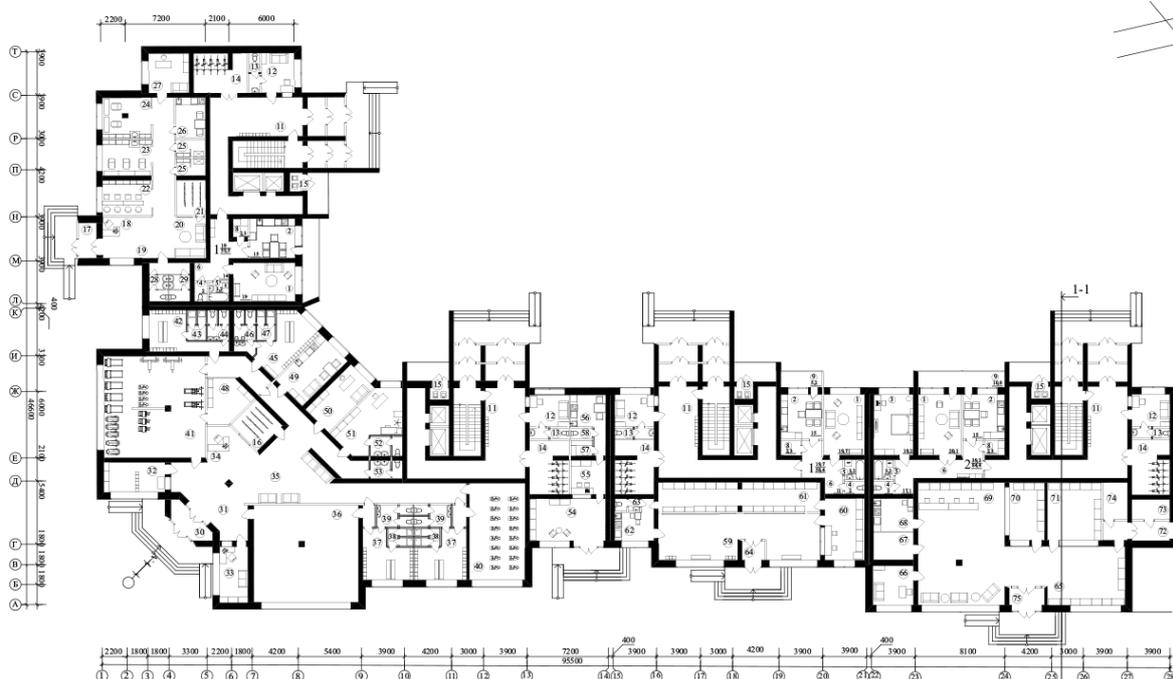


Рисунок 5. Схема планировки общественной зоны и входных групп

На типовом этаже здания располагаются следующие помещения:

1. Общая-комната. 2. Кухня-столовая. 3.Спальня. 4.Санузел. 5. Ванная комната. 6. Прихожая. 7. Рабочий кабинет. 8. Кладовая. 9. Лоджия. 10. Холл. 11. Вестибюль. 12. Помещение консьержки. 13. Санузел консьержки. 14. Колясочная-велосипедная. 15.Мусоропровод. 16. Тамбур.

Для рационального расселения семей, различных по численности и возрастному составу, в секциях предусмотрена большая дифференциация типов квартир по их площади, планировочной структуре и числу комнат.

Главными задачами сноса ветхого жилья и замены его на новое являются: повышение уровня обеспеченности жилыми помещениями горожан; улучшение социальных и экономических параметров городского жилищного фонда; строительство новых домов и развитие городских систем инженерной, социальной и коммунально-бытовой инфраструктуры за счет наличия помещений общественного назначения. Концептуальное решение застройки представлено на подрамнике проекта (рис. 7).

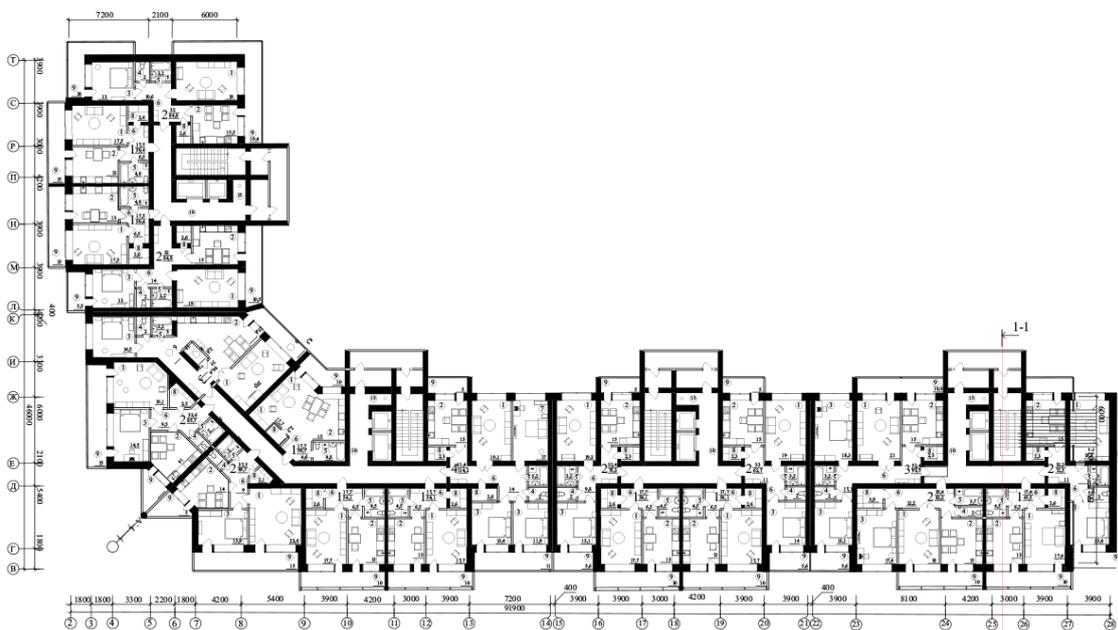


Рисунок 6. Планировка квартир

Квартиры имеют кухни, кухонную зону в кухне-столовой или кухни-ниши, отдельные или совмещенные санузлы, в том числе в ряде квартир расположены гостевые туалеты и летние помещения – лоджии и балконы. В квартирах запланированы места для устройства встроенных шкафов и гардеробных. Общие комнаты и спальни имеют пропорции, близкие по длине и ширине к прямоугольнику, что позволяет произвести легкую и вариантную расстановку мебели. Предусмотрено функциональное зонирование квартир на гостевую и приватную части.

Спальные комнаты во всех квартирах располагаются в глубине, что позволяет получить высокий акустический комфорт. Планировка квартир предусматривает возможность проведения их перепланировки жильцами.

Разработанный новый жилой дом отвечает всем требованиям норм и правил строительного проектирования жилых зданий.

Здание и прилегающая территория запроектированы с помощью цифровых BIM-технологий (информационного моделирования зданий) с использованием программного продукта ArchiCAD. В здании запроектирована расстановка санитарно-технического и инженерного оборудования, подключение к существующим сетям.



Рисунок 7. Подрамник проекта

Стадии проектирования здания представлены на рис. 10–14.

Материалы проекта под названием «Разноуровневый (10-12-14-этажный) жилой дом на 220 квартир» были представлены в июне 2017 г. в г. Москве на I Всероссийском конкурсе «BIM-технологии 2016», организованным Архитектурно-строительным порталом «Строительный эксперт». Конкурс проходил при участии Общероссийской общественной организации «Деловая Россия» и при поддержке Минстроя России, Правительства Московской области, Союза архитекторов России и других государственных и общественных учреждений. Проект занял в номинации «Студенческий проект» 10-е место из 30-и представленных проектов.



Рисунок 8. 3D-моделирование первого этажа



Рисунок 9. 3D-моделирование типовых этажей

На III Всероссийском открытом конкурсе студентов ВУЗов и молодых исследователей «Взгляд молодых на проблемы региональной экономики -

2017» проект занял I место в номинации «Архитектура, дизайн, художественная работа, скульптура».



Рисунок 10. 3D-моделирование типового этажа



Рисунок 11. 3D-моделирование фасада



Рисунок 12. Установка окон, витражей и навесных декоративных панелей

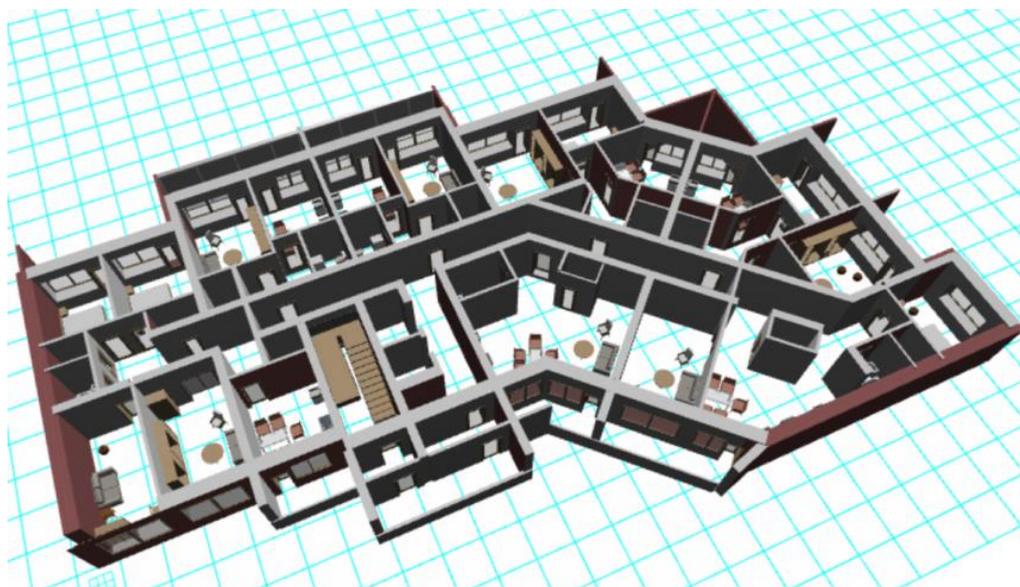


Рисунок 13. Угловая планировочная ячейка жилого дома

## Список литературы:

1. Архитектурные конструкции: учебное пособие для вузов / З.А. Казбек-Казиев [и др]; под ред. З.А. Казбек-Казиева. – М. : Высш. шк., 2005. – 342с.
2. ГОСТ 21.1101–2009. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.11.2009 г. № 525-ст с 01.03.2010 г. – М. : Стандартинформ, 2010. – 40 с.
3. ГОСТ 21.501–2011. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации и техническому нормированию в строительстве (МНТК), протокол № 39 от 8.12.2011; введ. 1.05.2013 приказом № 485-ст Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. – М. : Стандартинформ, 2013. – 32 с.
4. Конструкции гражданских зданий: учебное пособие для вузов / Маклакова Т.Г. [и др]; под ред. Т.Г. Маклаковой. – Самара: ООО «Прогресс», 2004. – 133 с.
5. Малоэтажный жилой дом из мелкогабаритных элементов [Электронный ресурс, мультимедиа] : учебное пособие. В 2 ч. / Т. Ф. Ельчищева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод 123 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-8265-1344-6.
6. СНиП 21-01–97\*. Пожарная безопасность зданий и сооружений (с изм. № 1, 2). – Приняты и введ. с 1.01.1998 постановлением Минстроя России от 13.02.97 № 18-7. – М. : Стройиздат, 1997. – 21 с.

7. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003. – Утв. приказом Минрегион России от 30.06.2012 № 265. – Введ. в действие с 01. 07.2012. – М. : ФАУ «ФЦС», 2012. – 95 с.
8. СП54.13330.2011. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. Утв. приказом Минрегион России от 24.12.2010 г. № 778. – Введ. в действие с 20.05.2011 г. – М. : ОАО «ЦПП», 2011.
9. Шерешевский, И.А. Конструирование гражданских зданий : учебное пособие для техникумов / И. А. Шерешевский. – изд. стер. – М.: Архитектура-С, 2007. – 176 с.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

КАРПОВА Т.Ю., ЧЕСНОКОВ Б.П., НАУМОВА О.В., КАРПОВ М.В.

РОССИЯ, САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И.  
БАВИЛОВА

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме совершенствования систем кондиционирования воздуха на основе термоэлектричества. Для этих целей разработана экспериментальная установка, которая позволит изучать процесс термоэлектрического охлаждения, основанного на эффекте Пельтье при выполнении лабораторных работ и проведении научных исследований.

**Ключевые слова:** кондиционер, термоэлектричество, модуль Пельтье, источник питания, полупроводник.

Создание и поддержание в помещении оптимальных условий микроклимата для жизнедеятельности людей и производственных процессов обеспечивается различными системами кондиционирования воздуха. В центральных, автономных и неавтономных системах кондиционирования воздуха, как для охлаждения, так и для нагрева воздуха используют холодильные машины – чиллеры, включающие в себя компрессорно-конденсатный агрегат, испаритель, систему трубопроводов, терморегулирующий вентиль и хладагент. Отрицательным фактором в работе воздушных кондиционеров является наличие громоздкой радиаторной системы, компрессорной установки и экологически опасного фреона. Поэтому все известные кондиционеры дороги, имеют большие габариты, вес и энергопотребление, создают повышенный шум, а также портят эстетический фасад здания и при разнохарактерном изменении нагрузки на систему не в состоянии обеспечить поддержание параметров в отдельных помещениях или зонах.

Мировые производители климатического оборудования регулярно обновляют свою продукцию, добиваясь более высокой энергоэффективности, надежности, удобства в монтаже и обслуживании. В этом плане заслуживает внимания создание простых, надёжных и дешёвых преобразователей прямого действия, преобразующих тепловую энергию в электрическую, и наоборот с высоким коэффициентом полезного действия (более 50%), что представляет значительный научный и практический интерес. Развитие систем холодоснабжения для создания и поддержания в помещении оптимальных микроклиматических условий для жизнедеятельности людей и осуществления производственных процессов невозможно без разработки и использования новой элементной базы для термоэлектрических преобразователей энергии. Работа их основана на пропускании постоянного электрического тока по замкнутой цепи через батарею, составленную из последовательно соединённых полупроводниковых термоэлементов, при этом одна сторона поверхности охлаждается, а другая нагревается. Термоэлектрические устройства, работа которых основана на эффектах Пельтье и Зеебека, привлекают внимание специалистов по теплоэнергетике и холодильной технике, т.к. они могут быть использованы как в качестве охладителей и/или нагревателей, так в качестве преобразователей тепловой энергии в электричество. Применение безмашинного способа использования электрической энергии для получения тепла или холода может создать конкуренцию используемым системам кондиционирования воздуха, так как является экологически безопасными, а отсутствие вибраций, изнашивающихся и трущихся элементов, делает его бесшумными в работе, а также способствует устойчивой эксплуатации длительное время [1-3]. Благодаря работам российского академика Ж.И. Алфёрова и его сотрудников, были разработаны и синтезированы новые полупроводниковые сплавы, которые позволили применять эффект Пельтье на практике и приступить к серийному выпуску термоэлектрических охлаждающих устройств. Возросший интерес связан с получением и применением новых полупроводниковых материалов в виде каскадных гетероструктур многослойного типа с КПД 40-42%, вместо 19-22 %. Исследования по

созданию и поиску материалов для термоэлектриков дают основание в ближайшем будущем ожидать существенного увеличения эффективности термоэлектрических холодильных машин. Сотрудниками Рязанского военного автомобильного института разработан кондиционер нового поколения на основе углеродно-волоконистых структур (УВС). В качестве охлаждающих элементов использовались термоэлектронные микроохладители (ТЭМО) на металлической подложке, которые не боятся вибраций и ударов. Они потребляют мощность 75 Вт и создают перепад температур 72°C при габаритах 40x40 мм. Кондиционеры на УВС с ТЭМО, работающие на эффекте Пельтье, отличаются малыми габаритами, дешевизной и достаточной эффективностью.

Американским инженерам удалось разработать и реализовать эффект Пельтье на основе новых термопар из двух солей теллуридов висмута теллурида сурьмы, отличающихся более высоким КПД. Многослойная конструкция из таких термопар образует сверхрешётку, способную поглощать теплоту в 2,5 раза эффективнее, чем все известные сегодня устройства такого рода. Однако работы по улучшению свойств термоэлектрических преобразователей продолжают в плане поиска новых материалов и покрытий, а также путём совершенствования технологии производства. Это свидетельствует о том, что проведение исследований по совершенствованию термоэлектрических преобразователей актуально, и привлекает внимание специалистов по теплоэнергетике, холодильной технике. В связи с этим возникла необходимость в обосновании рабочих параметров модуля Пельтье для различных климатических условий, что потребовало разработки и изготовления экспериментального устройства.

Целью данной работы является разработка экспериментальной установки для изучения охлаждающей способности термоэлемента, используемого при термоэлектрическом охлаждении.

Поставленная цель достигается использованием, в разработанной экспериментальной установке для получения холода, термоэлектрического