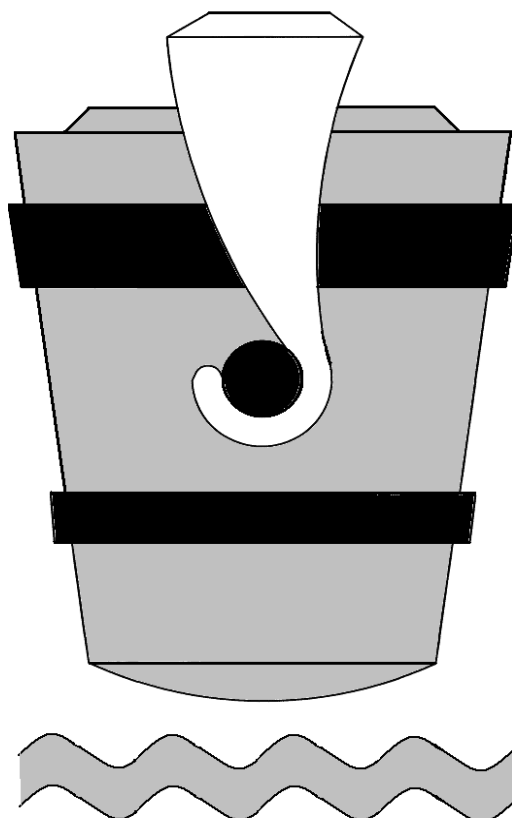




ISSN 2312-9840

НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО УРАЛА

Выпуск № 18



Новотроицк – 2022

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет
«МИСиС»
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО УРАЛА

Научно-технический и производственный журнал

№18, 2022

Журнал входит в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Редакционная коллегия:

- Шаповалов А.Н. – главный редактор, зав. каф. металлургических технологий и оборудования НФ НИТУ «МИСиС», к.т.н., доцент
- Измайлова А.С. – зав. каф. гуманитарных и социально-экономических наук НФ НИТУ «МИСиС», к.э.н., доцент
- Швалева А.В. – зав. каф. математики и естествознания НФ НИТУ «МИСиС», к.п.н., доцент
- Мажирина Р.Е. – зав. каф. электроэнергетики и электротехники НФ НИТУ «МИСиС», к.п.н., доцент

© Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2022

В журнале представлены результаты теоретических, экспериментальных и производственных научно-исследовательских работ, выполненных учеными и специалистами в области металлургического производства и машиностроения, электропривода, автоматизации, программирования, экономики и образования.

Адрес редакции:

462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, 8
Тел.: (3537) 67-97-29
E-mail: nf@misis.ru

Журнал подписан в печать 05.09.2022.
Отпечатан в издательском центре НФ НИТУ «МИСиС»
Формат 60×84 1/8. Цифровая печать.
Тираж 100 экз. Цена свободная.

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 662.8.053

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ТРАВЛЕНИЯ ГОРЯЧЕКАТАНОЙ ПОЛОСЫ

Дема Р.Р., Харченко М.В., Нефедьев С.П.
Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье представлены результаты разработки технологии гранулирования тонкодисперсных железосодержащих отходов установки регенерации кислоты. Разработанная технология позволяет получать гранулированный материал, который может быть использован для дальнейшей переработки при производстве агломерата.

Ключевые слова: грануляция, тонкодисперсный оксид железа, брикетирование, прессование в валках.

В процессе очистки поверхности горячекатаных полос от окалины на непрерывно-травильных агрегатах, в раствор серной или соляной кислот, используемых при травлении, переходят оксиды железа в свободной форме или в виде солей. При этом, с целью снижения удельного расхода серной кислоты проводят её регенерацию на установке регенерации кислоты (УРК), побочным продуктом которой является тонкодисперсный оксид железа.

В условиях УРК ЛПЦ-5 ПАО «ММК» оксид железа образуется при регенерации отработанной соляной кислоты в псевдосжиженном слое, а также при сгорании железа на воздухе. Исследования физико-химических свойств оксида железа, получаемого в УРК ЛПЦ-5 ПАО «ММК», показали, что массовая доля Fe_2O_3 в данном материале составляет не менее 98%, средняя объемная плотность составляет не более $0,4...0,6$ г/см³, насыпная плотность $0,7...1,0$ г/см³; средний размер частиц составляет не более 0,63 мкм.

Результаты анализа систематизированы и представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Химический анализ оксида железа, %

Fe_2O_3	98,5
Al_2O_3	0,11
CaO	0,09
MnO	0,09
MgO	0,1
Cl	0,4
P_2O_5	0,09

Таким образом, с металлургической точки зрения, данный материал имеет высокую ценность и может быть эффективно использован в качестве железосодержащей добавки в агломерационном производстве. Однако, из-за своего гранулометрического состава транспортировка оксида железа УРК сопряжена с повышенным пылевыведением, что затрудняет его использование. Поэтому целью настоящей работы является разработка технологии гранулирования тонкодисперсного оксида железа УРК.

Для подбора наиболее эффективной технологии брикетирования техногенных материалов произведен сравнительный анализ существующих технологий. Анализ литературных данных позволил выделить три основных технологии брикетирования которые целесообразно применить к условиям УРК ЛПЦ-5 ПАО «ММК»: прессование в валках (валковые пресса), вибропрессование (кривошипно-шатунные пресса) и метод экструзии [1-9]. Основным критерием для выбора технологии брикетирования является влажность сыпучих материалов. Анализ существующих технологий показал, что метод экструзии превосходит существующие промышленные технологии брикетирования по производительности и экономичности, но основным недостатком данной технологии является повышенное содержание влажности шихты, что для условий ПАО «ММК» УРК ЛПЦ-5 не желательно.

Из выше представленных технологий наиболее подходящей по влажности сыпучих материалов (оксид железа, получаемый в

УРК ЛПЦ-5) и по производительности агрегатов является технология брикетирования в валках.

Технология брикетирования в валках (валковые прессы) имеет ряд преимуществ:

- обеспечивает получение высокопрочных и термостойких тел с заданными размерами и формой при более низкой влажности, прессонок с равномерной структурой по объему;

- обеспечивает возможность осуществлять все технологические операции в закрытом помещении и при положительной температуре;

- позволяет использовать смеси из многокомпонентных малопластичных материалов.

Результаты эксплуатации валковых прессов для брикетирования техногенных материалов показали возможность достижения высоких уровней производительности линий брикетирования при невысоких капитальных затратах.

С целью разработки технологии гранулирования тонкодисперсных оксидов железа УРК были спланированы и проведены лабораторные исследования брикетирования сыпучего оксида железа с различными связующими.

Были разработаны и согласованы основные требования к получаемым брикетам по физическим свойствам, для которых брикеты должны:

- обладать атмосфероустойчивостью (при хранении на воздухе не подвергаться атмосферному влиянию, не разрушаться от сырости, тепла и холода);

- обладать механической прочностью, то есть в достаточной степени сопротивляться удару и истиранию (выдерживать перевозку и перегрузку с образованием минимального количества мелочи и пыли);

- обладать достаточной пористостью, так как от степени пористости зависит скорость восстановления руды, а в связи с этим и производительность печи (брикеты для доменной и шахтной плавок);

- обладать плотностью и большим удельным весом;

- содержать минимальное количество влаги, так как влажность ухудшает газопроницаемость брикетов, а на испарение её требуется дополнительный расход горючего.

При разработке технологии гранулирования были сформулированы следующие требования к гранулам (брикетам):

- высокая механическая прочность брикетов, оцениваемая по величине осыпаемости при 3-х кратном сбрасывании с 1.5 м на стальную плиту – выход фр. менее 5мм должен составлять не более 10%;

- пористость железуглеродосодержащего брикета не более 10%.

Для удовлетворения заданным требованиям в качестве связующих использовали известь, полиакрилат, бутокрил и портландцемент). В лабораторных условиях на штампе (рисунок 1) поставлен эксперимент синтеза различных связующих с сыпучим оксидом железа заданного химического состава.



Рисунок 1. Лабораторные приспособления для грануляции сыпучих материалов: 1-матрица, 2-пуансон, 3-приемная воронка и 4-нижний пуансон

При выборе предельного значения усилия прессования для оксида железа, произведена оценка изменения плотности сыпучего оксида железа от усилия, результаты исследования представлены на рисунке 2.

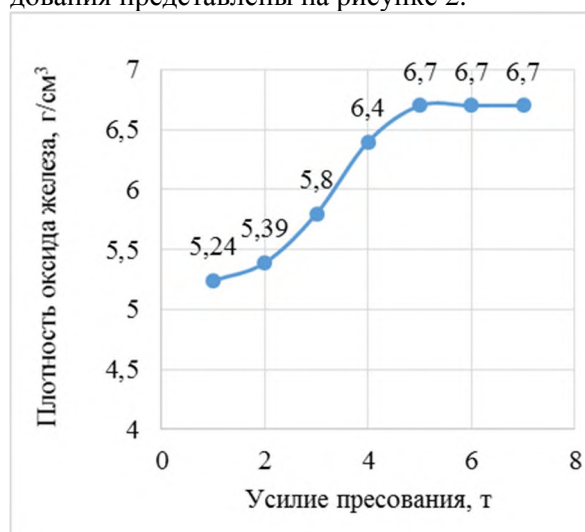


Рисунок 2. Изменение плотности оксида железа при различном усилии прессования

Из рисунка 2 видно, что плотность сыпучего оксида железа с увеличением усилия

прессования возрастает, а при усилении 5 тонн и выше плотность изменяется не значительно. В результате оценки изменения плотности от усилия прессования определено усилие прессования (от 3 до 5 тонн) для дальнейших экспериментов.

В лабораторных условиях проводились исследования при различных соотношениях связующих масс, влаги и усилия прессования таблица 2.

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента

Связующее			Оксид железа	Влага	Усилие прессования, т
1	Известь	10-15%	85-90%	10-15%	от 3 до 5
2	Полиакрилат	7-10%	90-93%	7-15%	от 3 до 5
3	Бутокрил	7-10%	90-93%	7-15%	от 3 до 5
4	Цемент	7-10%	90-93%	5-9%	от 3 до 5

После получения гранул (рисунок 3) с различными связующими провели анализ их физических характеристик.



Рисунок 3. Общий вид брикетов

Для анализа физических характеристик использовали: весы, измерители твердости и прочности.

Экспериментальное определение эксплуатационных свойств прессованных гранул.

Важным показателем качества гранул является их прочность. Прочность гранул, или «индекс прочности гранул» (ИПГ), — это способность гранул не разрушаться под действием других гранул при их транспортировании. Для измерения прочности согласно ГОСТу 15137-77 [10] использовали устройство, представленное на рисунке 4, имитирующее условие пневмотранспорта как наиболее распространенного способа транспортирования гранулированных масс. Некоторые гранулы при этом разрушаются, образуя мелкие частицы, которые отсеиваются после выключения устройства. Оставшиеся целые гранулы взвешивают, и сравнивают их вес с весом исходного образца. Полученное значение, выраженное в процентах, фактически является показателем прочности гранул.

Механические испытания на прочность и твердость гранул с различными связующими представлены в таблице 3 и 4.

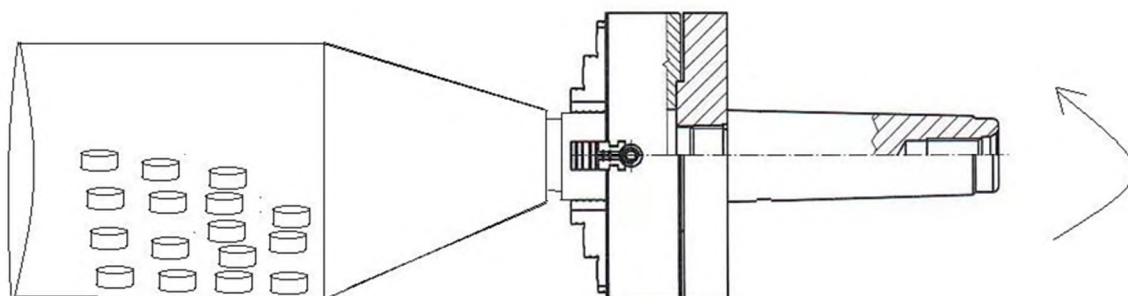


Рисунок 4. Устройство, имитирующее условие транспортирования полученных гранул

Таблица 3. Прочность гранул с различными связующими

Связующее/интервал времени		10 дней	20 дней	30 дней
		Прочность, %		
1	Известь	84	83	80
2	Полиакрилат	88	85	85
3	Бутокрил	92	88	87
4	Цемент	90	88	88

Таблица 4. Твердость гранул с различными связующими

Связующее/интервал времени		10 дней	20 дней	30 дней
		Усилие разрушения, т		
1	Известь	0,3	0,35	0,35
2	Полиакрилат	0,48	0,5	0,51
3	Бутокрил	0,35	0,34	0,35
4	Цемент	0,54	0,56	0,55

Твердость – это свойство гранул сопротивляться разрушению под воздействием на них давления, то есть при определении твердости измеряется нагрузка, при которой гранула разрушается. Необходимо учитывать, что при измерении этого показателя на малом количестве гранул (менее 15) результаты будут неточные. Ранее использовались простые механические приборы, которые не всегда показывали точные результаты. Современные цифровые приборы позволяют точно считывать значения точки разрушения (с погрешностью 0,5%) и избежать попадания уже разрушенной гранулы под действие прибора. Твердость определялась согласно ГОСТу 24765-81 [11]. Результаты измерений выражаются в Н, кН, кг. Твердость и прочность гранул взаимосвязаны, по их значениям судят о правильности гранулирования.

Анализ экономической себестоимости связующих масс, твердости и прочности прессованных гранул с различными связующими, показывает, что наиболее эффективно является применение извести и цемента в процентном соотношении 50/50, и содержанием до 15 % от массы прессуемых гранул.

Произведены лабораторные испытания полученных брикетов, которые показали, что:

Полученные железуглеродосодержащие брикеты (гранулы) с применением связующих – извести и цемента достаточно устойчивы к атмосферным воздействиям, и в процессе хранения даже увеличивают свою прочность.

Механическая прочность брикетов высокая. Осыпаемость брикетов при 3-х кратном сбрасывании составляет не более 3...4%.

Пористость железоуглеродосодержащего брикета не более 10%.

С учетом проведенных экспериментальных исследований, установленного рационального состава окиси железа и связующего, нами разработана технология производства, схема которого приведена на рисунке 5.



Рисунок 5. Схема технологического процесса

Разработанная технология гранулирования тонкодисперсного оксида железа УРК позволит получать материал, который может быть использован для дальнейшей переработки при производстве агломерата [12-15].

Литература

1. Ожогин В.В. Основы теории и технологии брикетирования измельченного металлургического сырья: монография. – Мариуполь: ПГТУ, 2010. – 442 с.
2. Равич Б.М. Брикетирование в цветной и черной металлургии. – М.: Металлургия, 1975. – 232с.

3. Современная технология производства железорудных окатышей / Л.А. Дрожилов, Н.Н. Бережной, К.Ю. Латков и др. // Черная металлургия: Бюл. ЦНИИЧермет, 1973. №2. С.3-17.
4. Вегман Е.Ф. Окускование руд и концентратов. / 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1984. – 256с.
5. Тюренков Н.Г. Брикетирование руд. – М.: Металлургиздат, 1948. – 128с.
6. Ожогин В.В. Совершенствование ресурсосберегающей технологии получения и использования высокопрочных шламовых брикетов в аглодоменном производстве: дис. ... канд. техн. наук: 05.16.02. – Мариуполь, ПГТУ, 2004. – 207с.
7. Уманский А.М. Прессование порошковых материалов. – М.: Металлургия, 1981. – 81с.
8. Елишевич А.Т. Брикетирование полезных ископаемых: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1989. – 299с.
9. Носков В.А. Современное состояние брикетирования техногенных отходов на металлургических предприятиях Украины // Металлург. и горнорудн. Промышленность, 2000. №6. С.90-94.
10. ГОСТ 15137-77 «Руды железные и марганцевые, агломераты и окатыши. Определение прочности во вращающемся барабане». – М.: Издательство стандартов, 1977.
11. ГОСТ 24765-81. Окатыши железорудные. Методы определения прочности на сжатие. – М.: Издательство стандартов, 1981.
12. Ишии Х. Увеличение производительности агломашин за счет предварительного окомкования шихты / Н. Ishii // Curr. Adv. Mater. And Process. 1988. Т.1. №1. р.42.
13. Вегман Е.Ф. Теория и технология агломерации. – М.: Металлургия, 1974. – 288 с.
14. Производство агломерата и окатышей: Справ. изд. / С.В. Базилевич, А.Г. Астахов, Г.М. Майзель и др. – М.: Металлургия, 1984. – 216с.
15. Коротич В.И., Фролов Ю.А., Бездежский Г.Н. Агломерация рудных материалов. Научное издание. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2003. – 400с.

Сведения об авторах

Дема Роман Рафаэлевич, д.т.н., доцент, профессор кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: demarr78@mail.ru

Харченко Максим Викторович, к.т.н., доцент, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: kharchenko.mv@bk.ru

Нефедьев Сергей Павлович, к.т.н., доцент, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: sergeynefedyeff@gmail.com

УДК 621.8

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБМОТЧИКА ДЛИННОМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

Нефедов А.В., Чекменева Е.А.,

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Чиченев Н.А.

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

Аннотация. В статье обосновывается необходимость внедрения автоматического обмотчика готовой продукции (профильных труб) на ПАО «Северсталь», приводятся результаты конструирования предлагаемого к внедрению оборудования.

Ключевые слова: автоматический обмотчик длинномерных изделий, ременная передача, фрикционная передача.

Опыт производственной деятельности показал, что профильные трубы требуют особого внимания при транспортировке, т.к. появляется коррозия, что приводит к необходимости упаковки пачек готовой продукции в разные виды упаковок [1-3]. Все виды упаковок производятся вручную, при этом затрачивается большое количество времени для проверки качества. На данный момент применяются следующие виды упаковок [4-6]: в ингибиторную бумагу; в многослойную бумагу; в «МетПротект»; в «Комбинированную упаковку». Каждую пачку готовой продукции упаковывает 4 человека, в среднем это занимает 24 минуты, на комбинированную упаковку приходится 50 минут. Следовательно, процесс упаковки является «узким» местом производственного процесса.

Для того, чтобы сохранить качество продукции и уменьшить затраты при транспортировке, а также ускорить процесс упаковки без потери качества и исключения «человеческого фактора» предлагается установить автоматический обмотчик.

В процессе анализа конструкций машин было принято решение применить конструкцию роторной автоматической упаковочной машины, разработав основные узлы и агрегаты под участок готовой продукции ПАО «Северсталь / Трубопрофильный завод Шексна» [7].

На участке хранения готовой продукции была произведена оценка планировки

участка, и было выбрано место для установки автоматического обмотчика. При выборе места считывалось, что автоматический обмотчик состоит из автоматической упаковочной машины и приводящих и отводящих рольгангов, которые служат для транспортировки пачек профильных труб.

На рисунке 1 представлен общий вид установки автоматического обмотчика.

Примеры использования автоматического обмотчика.

1. Пачка готовой продукции, после попадания на участок отгрузки, транспортируются на подводный рольганг. Рольганг перемещает пачку через автоматический обмотчик, где происходит обмотка профильных труб по всей длине. Через отводящий рольганг упаковка транспортируется на накопитель.

2. Пачка готовой продукции, после попадания на участок отгрузки, транспортируется на упаковочную площадку, где происходит ручная упаковка пачки в бумагу. Далее с помощью мостового крана пачку транспортирует на подводной рольганг. Рольганг перемещает пачку через автоматический обмотчик, где происходит обмотка профильных труб по всей длине. Через отводящий рольганг упаковка транспортируется на накопитель.

В предлагаемых схемах упаковки используется стрейтч-пленка.

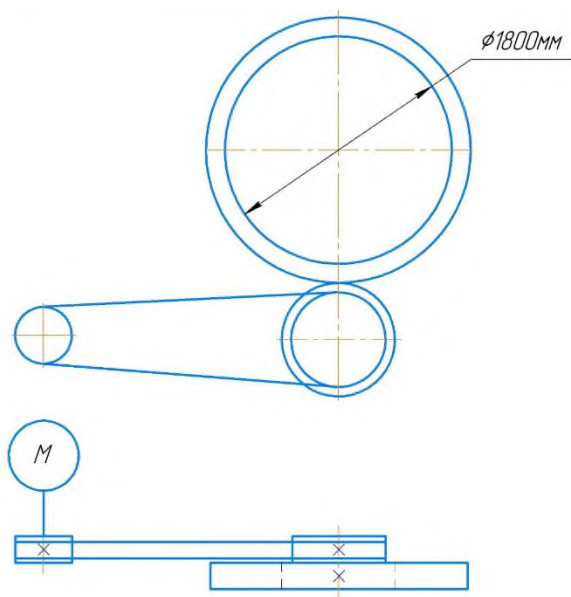


Рис. 3 - Кинематическая схема обмоточной машины

Предварительные расчеты показали, что время, затраченное на упаковку пачки, сократится на 19–45 минут (в зависимости от вида упаковки) при одновременном сокращении обслуживающего персонала на три единицы.

Литература

1. Романцев Б.А. Трубное производство. Учебник / Б.А. Романцев, А.В. Гончарук,

- Н.М. Вавилкин, С.В. Самусев – М.: Изд. дом МИСиС, 2011. - 970 с.
2. ГОСТ 32931-2015. Трубы стальные профильные для металлоконструкций. Технические условия. – М.: Стандартинформ. 2016. – 81 с.
3. ГОСТ 10692-2015. Трубы стальные, чугунные и соединительные детали к ним. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение. – М.: Стандартинформ. 2016. – 15 с.
4. Ингибированные пленки. <http://www.vpci.ru/stati-blog/64-upakovka-trub-v-ingibirovannuyu-plenku-proizvodstva-nto-priborservis> (дата обращения 21.08.2022 г.)
5. Антикоррозионный материал МетПротект. <https://метпротект.рф> (дата обращения 21.08.2022 г.)
6. Стандарт: правила упаковки продукции. https://hydravia.ru/customers/packaging_products (дата обращения 21.08.2022 г.)
7. Северсталь/ Трубопрофильный завод-Шексна <http://sheksna.severstal.com/rus/about/index.phtml> (дата обращения 21.08.2022 г.)
8. Электродвигатель АИР 90 L4 2,2 кВт 1500 об/мин. <https://nasoselprom.ru/air90l4>. (дата обращения 21.08.2022 г.)
9. ГОСТ 23831-79. Ремни плоские приводные резиноканевые. Технические условия. – М.: Стандартинформ. 2016. – 15 с.

Сведения об авторах

Нефедов Андрей Викторович, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nefedov@misis.ru

Чекменева Екатерина Алексеевна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ МИСиС. 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

Чичнев Николай Алексеевич, доктор технических наук, профессор кафедры инжиниринга технологического оборудования, НИТУ «МИСиС». 119049, г. Москва, Ленинский проспект, 4, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», кафедра ИТО. E-mail: chich38@mail.ru.

УДК 662.74.012:658.562

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ КОКСОВАНИЯ БЕЗ УЛАВЛИВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Алексеев Д.И., Байдингер Ю.С.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Технология слоевого коксования широко распространена на коксохимических производствах (КХП) по всему миру и развивается уже более 100 лет. За это время основной тенденцией в развитии слоевого коксования стало укрупнение коксовых батарей и увеличение полезного объема камеры коксования. Технология слоевого коксования имеет ряд недостатков, главный из которых – это громоздкость производства. Для каждой батареи необходимо построить цех улавливания, который хоть и приносит дополнительную прибыль коксохимическому производству, но является источником больших капитальных затрат. Печной фонд коксовых батарей России требует срочного обновления, при этом главной продукцией КХП является, конечно, кокс, а не химическая продукция. Для того чтобы быстро нарастить объем производства кокса возможно применить технологию без улавливания химических продуктов. Для данной технологии не требуется строительства цеха улавливания и переработки химических продуктов коксования. Кроме того, имеется ряд преимуществ по комплекту обслуживающих машин для батарей без улавливания химических продуктов коксования с точки зрения постройки и эксплуатации.

Ключевые слова: кокс, слоевое коксование, технология без улавливания химических продуктов коксования, коксовыталкиватель, двересьемная машина.

Сопоставим между собой классическую технологию слоевого коксования, которая реализована на всех коксохимических предприятиях России, с технологией без улавливания химических продуктов коксования.

На рисунке 1 представлен общий вид классической батареи и камеры для слоевого коксования. Узкая дверь, вытянутая камера шириной от 410 до 450 мм, высотой 4-9 м в зависимости от объема камеры коксования.



Рис. 1 – Батарея для классического слоевого коксования с улавливанием химических продуктов коксования

Выше камеры (рис. 1) проходит газо-сборник, в который поступают летучие компоненты из камеры коксования, а именно сырой коксовый газ.

В комплекс коксовой батареи входят: коксовыталкиватель, тушильный вагон, двересьемная машина, а с обратной стороны ко-

ксовой батареи двересьемная машина и коксовый вагон (рис. 2-5).



Рис. 2 – Коксовыталкиватель батареи классического слоевого коксования



Рис. 3 – Тушильный вагон батареи классического слоевого коксования



Рис. 4 – Двересъемная машина батареи классического слоевого коксования



Рис. 5 – Углезагрузочный вагон батареи классического слоевого коксования

На рисунке 6 представлена одна из распространённых конструкций коксовых батарей без улавливания химических продуктов коксования. Видны геометрические отличия: ширина камеры коксования 3-4 м, высота 2,0-2,4 м, длина 14 м.



Рис. 6 – Общий вид батареи без улавливания химических продуктов коксования

Сверху располагается сборник отходящих продуктов горения. На рисунке 7 показаны печи без улавливания химических продуктов коксования. В двери имеются отвер-

стия, через них подсасывается воздух для горения, кроме того, воздух подсасывается сверху печи.

Технология работы печи без улавливания химических продуктов коксования следующая (рис. 8). После загрузки в раскалённую камеру, угольная шихта начинает выделять летучие вещества, которые в пространстве камеры начинают сгорать. Продукты горения переваливают через стенку камеры, проходят по каналам внизу камеры, далее они собираются в бороз. С бороза печные газы отправляются через сборник в бойлерную или, если таковая отсутствует, направляются сразу в дымовую трубу. Камера печей без улавливания химических продуктов коксования (ПБУХПК) может вмещать до 30 м³ шихты для коксования, что обусловлено её геометрией [1-2].



Рис. 7 – Двери и верхний сборник отходящих продуктов горения печи без улавливания химических продуктов коксования



Рис. 8 – Работа печи без улавливания химических продуктов коксования

Одним из преимуществ применения технологии без улавливания химических продуктов коксования состоит в применении комплекта компактных машин, поскольку камеры коксования не высокие (до трех метров, против 6–9 метров у классических печей, рис. 9–11) [3-4].

Комплект машин ПБУХПК технологичен при постройке и в обслуживании, так как камера коксования в отличие от классических камер слоевого коксования ниже и ши-

ре. Любое механоремонтное предприятие может изготовить комплект машин для печей без улавливания химических продуктов коксования. За счёт этого можно снизить капитальные затраты на комплект машин (коксовыталкиватель, коксовый вагон, дверосъемная машина).



Рис. 9 – Дверосъемная машина и коксовыталкиватель ПБУХПК



Рис. 10 – Тушильный вагон ПБУХПК



Рис. 11 –Штанга коксовыталкивателя ПБУХПК

В таблице 1 представлен материальный баланс процесса коксования из расчёта на 1 тонну рабочей шихты. В приходной части 910 кг сухой шихты и 90 кг воды, при принятой влажности в 9%. В процессе коксования получают следующие продукты коксования: кокс валовый, сухой коксовый газ, смола, сырой бензол, аммиак, сероводород, влага шихты, пирогенетическая влага. По технологии БУХПК все компоненты, за исключением кокса и воды, сгорают в камере коксования. В данной работе рассчитаны объём воздуха, требуемого на горение всех горючих компонентов, объём дымовых газов, получающихся при горении, температуру отходящих газов (табл. 2).

Табл. 1. Материальный баланс процесса коксования

Приходная часть				Расходная часть			
Название статьи	Масса, кг	На рабочую шихту, %	На сухую шихту, %	Название статьи	Масса, кг	На рабочую шихту, %	На сухую шихту, %
1. сухая шихта	929	92,9	100	Кокс валовый	718,0	71,80	77,3
2. влага шихты	71	7,1	–	Коксовый газ	130,1	13,00	14,0
				Смола безводная	31,6	3,20	3,40
				Сырой бензол	10,7	1,10	1,15
				Аммиак	3,1	0,31	0,33
				Сероводород	3,3	0,35	0,35
				Влага шихты	71,0	7,10	–
				Пирогенетическая влага	17,0	1,70	–
				Невязка баланса	15,2	1,44	3,47
Итого, кг:	1000:	100	100	Итого, кг:	1000,0	100,00	100,00

Табл. 2 – Рассчитанные показатели технологии БУХПК и сравнение с классической технологией

Наименование характеристики	Показатели печи БУХПК	Показатели классической печи
Объем годового потребления шихты	378699,9т/год	404734,5 т/год
Объем годового производства коксу	269978,8т/год	286800 т/год
Объем воздуха, требуемого для горения	6034,34 м ³ /т	2,21 м ³ / м ³ (объем воздуха на 1 м ³ коксового газа)
Период коксования	48 ч	17 ч
Объем камеры коксования	74 м ³	20 м ³
Полезный объем камеры	30 м ³	20 м ³
Насыпная плотность шихты	0,729 т/ м ³	0,729 т/ м ³
Печей в батарее	61 шт.	61шт.
Общая длина	11380мм	12306 мм
Высота	2500мм	4000 мм

Завод по технологии БУХПК реализован на территории Бразилии (рис. 12), то есть технология доступная и отработанная для тиражирования.

Преимуществами при строительстве печей БУХПК являются следующие факторы:

- 1) отсутствует необходимость строительства цеха улавливания, за счёт чего можно снизить капитальные затраты, быстро нарастить объёмы производства кокса.
- 2) Отсутствие газоотводящей арматуры с горючим газом к камере коксования

Сведения об авторах

Алексеев Данил Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: alekseev41047@mail.ru.

Байдингер Юлия Сергеевна, студент, кафедра математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

3) Комплект машин для технологии БУХПК более технологичный в производстве: так машины коксования получаются небольшими по высоте и размеру.



Рис. 12 – Завод по производству кокса в Бразилии

Таким образом, можно сделать вывод, что печи без улавливания химических продуктов коксования, позволяют упростить технологию, снизить трудозатраты и вредное воздействие на окружающую среду.

Литература

1. Elibrary.ru: научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – М.: Интра-Плюс, 1997. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
2. Подход к наиболее широкому использованию некоксуемых углей при производстве кокса в печах без улавливания химических продуктов коксования / Тивари Х.П., Шарма Р., Хардар С.К. и др. // Кокс и химия, 2015. №2. С. 19-24.
3. Valga Н. Возрождение технологии производства кокса в печах без улавливания химических продуктов коксования // Кокс и химия, 2006. №1. С. 26-28.
4. Новые технологии коксования углей // Кокс и химия, 2022. № 4. С. 39-46.

УДК 669.16-18

УТИЛИЗАЦИЯ ТОКСИЧНЫХ ОТХОДОВ ХРОМАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВЫПЛАВКЕ ХРОМОНИКЕЛЕВОГО ЧУГУНА И ФЕРРОХРОМА В ДОМЕННЫХ ПЕЧАХ

Братковский Е.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В данной работе выполнен анализ эффективности переработки отходов хроматного производства с целью выплавки хромовой лигатуры и хромоникелевого чугуна.

Ключевые слова: шлам, рециклинг, жидкофазное восстановление, феррохром.

Отходы металлургического и химического производств являются в настоящее время одним из наиболее существенных факторов загрязнения окружающей среды. Основным способ их утилизации - возвращение их в металлургический передел. Но наличие различных примесей (иногда токсичных) может затруднить или исключить передел вообще. Подобные отходы можно рассматривать как самостоятельный вид комплексного металлургического сырья, которое нуждается в специальных технологиях его пере-

работки [1-3], как и природнолегированные руды [4-6].

Новотроицкий завод хромовых соединений (НЗХС) с использованием хромистых руд выпускает различную продукцию для нужд химической промышленности. При этом образуется большое количество шламов (более 110 тыс. т. в год), содержащих токсичный шестивалентный хром. В настоящее время в отстойниках химического завода накоплено более 3 млн. т. шламов. Химический состав шламов НЗХС приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав шламов НЗХС

Содержание, %								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Cr ⁶⁺	SO ₃	H ₂ O
6-9	6-8	28-32	28-32	10-14	7-9	3-4	0,82	25

В этих шламах содержится до 10% дорогого и дефицитного хрома, одним из основных потребителей которого является черная металлургия.

Многолетние попытки утилизации шламов и их переработки с применением химических технологий не дали положительных результатов.

С целью определения возможности извлечения хрома из шламов НЗХС были проведены лабораторные спекания. Шихта, состоящая из шлама и отвальных печных шлаков Южно-Уральского никель комбината (ЮУНК) засыпалась в графитовый тигель и нагревалась до 1650°С в лабораторной печи сопротивления. Состав шихты приведен в табл.2. Химический состав шлаков ЮУНК приведен в табл. 3.

В результате этой плавки было получено:

- металлического сплава – 20,4 %;
- шлака – 58 %;

- нерасплавленная масса – 5,6 %;
- коксошлакового сплава – 16,0 %.

Химический состав продуктов плавки приведен в табл. 4.

В химическом анализе шлака, хром, углерод и серу не определяли. Плотность сплава и шлака соответственно составляли: 6,742 и 2,46 г/см³. Анализ газа по ходу плавки не проводили.

Атмосфера в печи во время эксперимента была восстановительной. Наличие нерастворенной шихты – следствие неподвижности столба шихты в тигле. При обеспечении интенсивного перемешивания шихты возможно увеличение выхода сплава до 25 %.

На Орско–Халиловском металлургическом комбинате в 1979г. были проведены опытно – промышленные испытания с целью оценки возможности использования отходов НЗХС в аглодомной шихте [7].

Таблица 2 – Состав шихты

Показатель	Компоненты шихты		
	Шлам НЗХС	Шлак ЮУНК	Коксовая мелочь
Количество, г.	135	270	65
Содержание, %	29	57	14

Таблица 3 – Химический состав шлаков ЮУНК

Содержание, %								
SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Ni	Co	H ₂ O
47,0	13,0	8,0	1,3	28	1,3	0,17	0,048	3,0

Таблица 4 – Химический состав продуктов плавки

Продукт	Содержание, %								
	Ni	Co	Si	Fe	Cr	C	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	S
Сплав	0.95	0.14	16.5	63.6	14.1	2.1			<0.01
Шлак	0.12	0.015					36.7	7.59	

На первом этапе работы изучили возможность подготовки шлама к доменному переделу. Было рассмотрено два варианта. Первый – окускование шлама методом брикетирования. Брикеты получали прессованием под давлением 150 кг/см³, а затем для упрочнения (цементации) выдерживали в течение трех суток в естественных условиях. В этом случае происходила цементация спрессованной массы, после чего брикеты выдерживали сжатие до 190 кг/см³ и не раз-

рушались после сбрасывания на стальную плиту с высоты 3 м. Процесс «вылеживания» можно заменить термической обработкой при температуре 150°С в течение 1 часа.

Во втором случае проводили спекание шлама с Новокиевскими природнолегированными хромоникелевыми рудами, химический и гранулометрический состав которых приведен в табл. 5 и 6.

Таблица 5 – Химический состав исследуемых материалов, %

Показатель	Материалы			
	Руда Новокиевская	Хроматный шлак	Руда, обожженная со шламом	Руда, обожженная с известняком
Fe	37,0	6,6	38,5	40,7
SiO ₂	22,0	5,2	23,0	23,7
CaO	1,7	29,1	5,5	5,1
MgO	1,3	28,1	4,4	1,5
Al ₂ O ₃	6,5	7,0	7,3	7,0
S	0,02	0,04	0,03	0,02
Cr ₂ O ₃	1,9	7,0	2,7	2,0
Ni	0,60		0,55	0,55

Таблица 6 – Гранулометрический состав исследуемых материалов, %

Материалы	Содержание фракции				
	+40 мм.	40-25 мм	25-10 мм	10-5 мм	-5 мм
Руда Новокиевская	10,7	9,6	25,8	16,7	37,2
Хроматный шлак	7,2	5,8	11,7	12,5	62,8
Руда, обожженная со шламом	50,6	28,5	9,9	6,2	4,8

Спекание проводили во вращающихся трубчатых печах. При этом известняк в шихте заменили хроматным шламом в количестве 15-20%. Испытания показали технологическую возможность процесса спекания. Был получен ровный по гранулометрическому составу и с меньшим содержанием мело-

чи обожженный продукт, который представлен в основном кусками крупностью более 25 мм. Содержание мелочи менее 5 мм составило 4,8-6,5 %.

На втором этапе работы исследовали эффективность использования хроматного шлама в доменном производстве. Опытную партию

руды загружали в доменную печь №1 в период 25-27 декабря 1979 г. Для сравнения взяты

показатели работы печи за 22-24 декабря 1979 г. (табл. 7).

Таблица 7 – Показатели работы доменной печи №1

Показатели	Чугун ЛХН-4		Чугун ЛХН-10	
	базовый	опытный	базовый	опытный
Производительность, т/сут.	822	827	688	637
Рудная нагрузка, т/т кокса	1,70	1,77	1,79	1,75
Содержание Fe в шихте, %	35,2	37,0	31,0	31,1
Выход шлака, кг/т	838	892	1239	1276
Расход дутья, м ³ /мин.	2370	2377	2324	2084
Температура дутья, °С	715	692	850	894
Содержание в чугуне, %:				
Si	3,0	2,8	2,9	3,4
Mn	0,7	0,69	0,62	0,75
S	0,018	0,019	0,019	0,013
Cr	1,16	1,21	2,7	2,9
Ni	0,49	0,48	0,93	0,97
Содержание в шлаке, %:				
SiO ₂	38,2	38,2	38,1	37,3
CaO	41,7	43,1	42,4	42,9
MgO	6,1	6,2	3,8	5,0
Al ₂ O ₃	13,8	13,5	14,3	14,0
CaO/SiO ₂	1,09	1,12	1,11	1,15

При выплавке литейного хромоникелевого чугуна марки ЛХН-4 среднее содержание хрома в чугуне увеличилось с 1,16 до 1,21 %. Расход кокса уменьшился на 161 кг/т чугуна из-за уменьшения кремния в чугуне и уменьшения расхода сырого известняка.

При выплавке литейного хромоникелевого чугуна марки ЛХН-10 был получен чугун с содержанием хрома более 3,5-3,7 %, однако ухудшились технико-экономические показатели плавки.

В результате был разработан способ получения брикетов из хроматного шлама и доказана принципиальная возможность их окускования спеканием во вращающихся печах совместно с Новокиевской рудой. Но при этом не удалось решить проблему защиты окружающей среды от возгонки шестивалентного хрома, так как его концентрация на рабочих площадках превышала ПДК в 5 раз.

По этим причинам использование шламов НЗХС на комбинате не представляется возможным. Поэтому встает проблема поиска принципиально иного металлургического процесса, где можно было бы использовать отходы, подобные шламу НЗХС, в качестве такого металлургического процесса может быть использовано жидкофазное восстановление в агрегате ПЖВ (процесс РОМЕЛТ).

Печь жидкофазного восстановления имеет ряд преимуществ: не требуется дорогостоящий кокс, а есть возможность его замены дешевыми энергетическими углями, отпадает необходимость в окусковании сырья, расплавление и высокотемпературный нагрев происходят в зоне активного окисленного шлака, а восстановление и расслоение в зоне спокойного шлака, что позволяет перерабатывать практически любые руды, отходы, шламы, в том числе и пылеватые [8].

Основной проблемой при переработке этих шламов является содержание в них токсичной окиси шестивалентного хрома. Его возгонка, по литературным данным, происходит в интервале температур 200-300°С по схеме:



Возгонки можно избежать в случае загрузки шлама в шлаковый расплав агрегата ПЖВ, где температуры существенно выше и достигают 1300-1400°С. При этом временной интервал прохождения температуры возгонки будет очень коротким, поэтому вместо возгонки произойдет указанное выше превращение. Применение данной технологии, возможно, позволит решить проблему утилизации шламов.

Литература

1. Братковский Е.В., Григорьев В.Г., Заводяный А.В. Разработка технологии выплавки феррохрома из шламов хроматного производства. // Динамика и прочность материалов и конструкций. Сб.тр. – Орск, 2001, С.71-77
2. Тучина Н.Н., Шаповалов А.Н. Использование конвертерных шлаков никелевого производства для промывки горнов доменных печей // Наука и производство Урала, 2012. №8. С.26-33.
3. Семенов А.В., Шаповалов А.Н. Использование конвертерных шлаков никелевого производства для получения агломерата в условиях ОАО «Уральская Сталь» // Наука и производство Урала, 2013. №9. С.45-52.
4. Особенности выплавки природнолегированных чугунов / Братковский Е.В., Шаповалов А.Н., Бабанак В.В., Марков С.И., Оксамитный А.К. - Оренбург, 2004. – 198 с.
5. Пути использования местных минеральных ресурсов в агломерационном производстве АО «Уральская Сталь» / Ганин Д.Р., Дружков В.Г., Панычев А.А., Шаповалов А.Н. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2016. Т. 14. № 1. С. 34-40.
6. Братковский Е.В., Шаповалов А.Н., Свойкина С.Е. Производство специальных литейных хромоникелевых чугунов из природнолегированных руд // Материалы III Всероссийской научно-технической конференции «Прочность и разрушение материалов и конструкций». – Орск: ОГТИ, 2002. – С. 97-99.
7. Отчет по теме: «Спекание во вращающейся печи Новокиевской руды с хроматным шламом НЗХС и проплавка полученного продукта в доменной печи». ЦЗЛ ОХМК, г. Новотроицк, 1981. - 17 с.
8. Плавка в жидкой ванне. / Под ред. А.В. Ванюкова /. М.: Металлургия, 1998. – 208 с.

Сведения об авторах

Братковский Евгений Владимирович, к.т.н, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8. E-mail: ebratk@yandex.ru

УДК 669.046.516.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ С ПОВЫШЕННЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ ПО НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИМ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

Нефедьев С.П., Харченко М.В., Важенин И.Е.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Проведен анализ уровня загрязненности стали неметаллическими включениями в условиях действующей технологии производства трубных марок стали и определены причины повышенной загрязненности металла неметаллическими включениями.

Разработаны рекомендации по корректировке технологии внепечной обработки, обеспечивающей производство металла с пониженной загрязненностью по неметаллическим включениям.

Ключевые слова: трубная сталь, ковшевая обработка, неметаллические включения, модифицирование стали, силикокальций.

Повышение чистоты металлопроката по неметаллическим включениям (НВ) является одной из важнейших задач производства

стали, поскольку в большинстве случаев НВ негативно влияют на свойства металлургической продукции из-за нарушения сплошности

металла и образования полостей, являющихся концентраторами напряжений [1-7].

Поэтому требования к загрязненности стали неметаллическими включениями (НВ) постоянно ужесточаются. Так, допустимый размер неметаллических включений в трубных марках стали (по ГОСТ 1778-70) составляет: оксиды, сульфиды и силикаты – не более 2,5 балла по среднему баллу и не более 3,0 балла по максимальному; силикаты недеформирующиеся – не более 3,0 по среднему баллу и 3,5 по максимальному [8-10].

Для оценки загрязненности стали неметаллическими включениями были проана-

лизированы результаты балльной оценки неметаллических включений (по ГОСТ 1778-70) в листовом прокате из сталей классов прочности К52, К56 и К60 за период с июля по 10 октября 2021 г. Химический состав маркировочной пробы исследуемых марок сталей представлен в табл. 1. Результаты исследования образцов металлопроката на загрязненность стали неметаллическими включениями (по ГОСТ 1778-70) приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Маркировочный состав анализируемых плавок сталей

Параметр	Содержание (%) в сталях					
	К52		К56		К60	
	диапазон	среднее	диапазон	среднее	диапазон	среднее
C	0,08-0,12	0,09	0,09-0,11	0,10	0,09-0,13	0,10
Si	0,26-0,43	0,35	0,28-0,43	0,38	0,22-0,49	0,31
Mn	1,20-1,62	1,43	1,51-1,70	1,62	1,55-1,79	1,59
P	0,006-0,016	0,011	0,009-0,015	0,012	0,005-0,022	0,011
S	0,001-0,005	0,002	0,001-0,005	0,002	0,001-0,005	0,002
Al	0,023-0,049	0,035	0,021-0,050	0,034	0,030-0,054	0,034
N	0,004-0,010	0,007	0,004-0,010	0,007	0,004-0,011	0,007
Nb	0,03-0,06	0,05	0,04-0,06	0,05	0,06-0,08	0,06
Ca	0,0006-0,0025	0,0012	0,0006-0,0019	0,0011	0,0006-0,0033	0,0015
H, ppm	1,20-4,20	2,44	1,60-4,30	2,43	1,40-5,30	2,47
Ca/Al	0,018-0,068	0,035	0,016-0,062	0,034	0,017-0,123	0,045

Таблица 2 – Результаты оценки загрязненности стали неметаллическими включениями по ГОСТ 1778 (метод Ш6)

Марка стали	Количество проб	Толщина листа, мм	Загрязненность неметаллическими включениями, балл, (min-max)/среднее					
			Сульфиды	Оксиды точечные	Оксиды строчечные	Силикаты хрупкие	Силикаты пластичные	Силикаты недеформирующиеся
К52	568	8-14 мм	<u>0,0-0,0</u> 0,0	<u>0,5-0,5</u> 0,5	<u>0,0-0,0</u> 0,0	<u>0,0-5,0</u> 0,48	<u>0,0-2,0</u> 0,0	<u>1,0-5,0</u> 1,57
К56	202	8-16 мм	<u>0,0-0,0</u> 0,0	<u>0,5-0,5</u> 0,5	<u>0,0-3,0</u> 0,005	<u>0,0-4,0</u> 0,52	<u>0,0-0,0</u> 0,0	<u>1,0-4,0</u> 1,60
К60	2282	8-19 мм	<u>0,0-2,0</u> 0,0	<u>0,5-5,0</u> 0,5	<u>0,0-0,0</u> 0,0	<u>0,0-5,0</u> 0,62	<u>0,0-2,0</u> 0,0	<u>1,0-5,0</u> 1,68
Допустимый уровень НВ:								
- по максимальному баллу			3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
- по среднему баллу			2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0

Анализируемые стали имеют идентичный химический состав и технологию производства. При этом, обращает на себя внимание широкий диапазон изменения содержания алюминия и кальция, и, как следствие, их соотношения. Причинами значительных колебаний содержания алюминия в металле являются неодинаковые исходные параметры металла (исходная окисленность металла и шлака, температура металла), влияющие на усвоение алюминия, а также вариативность параметров ковшевой обработки (продолжительность расход аргона и др.), влияющих на степень вторичного окисления. Усвоение кальция определяется окисленностью металла перед его введением и также характеризуется значительными колебаниями, свидетельствующими о непостоянстве технологических параметров производства. В конечном итоге, наибольшие колебания наблюдаются по отношению Ca/Al , от которого зависят свойства глиноземистых включений, их поведение, итоговая загрязненность металла недеформирующимися неметаллическими включениями, а также разливаемость металла на МНЛЗ. Минимальное и среднее значение отношения Ca/Al в металле находится на нижнем пределе в сравнении «рациональными», практикуемыми на других предприятиях (см. табл. 1), что может стать причиной как ухудшения разливаемости стали, так и повышенной загрязненности по неметаллическим включениям. Для иллюстрации сделанных выводов на рис. 1 приведен график взаимосвязи между содержаниями алюминия и кальция в маркировочной пробе для исследуемых образцов сталей.

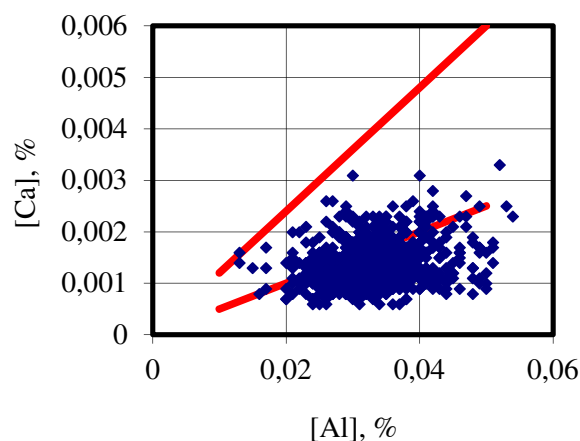


Рис. 1. Содержание кальция и алюминия на плавках сталей класса прочности К52-К60

Из данных, представленных на рис. 1 следует, что в большинстве случаев при производстве сталей класса прочности К52-К60 не обеспечивается благоприятное соотношение Ca/Al в интервале 0,05-0,12, отвечающее формированию легкоплавких алюминатов кальция и стабильной разливаемости стали на МНЛЗ. Как правило, в металле наблюдается повышенное содержание алюминия, что связано с его перерасходом из-за нестабильной исходной окисленности стали и желанием технологического персонала обеспечить минимальную окисленность металла перед вводом силикокальция. Результатом является пониженное отношение Ca/Al , что негативно отражается на загрязненности стали неметаллическими включениями. Влияние отношения Ca/Al на средний и максимальный уровень загрязненности стали неметаллическими включениями показано на рис. 2.

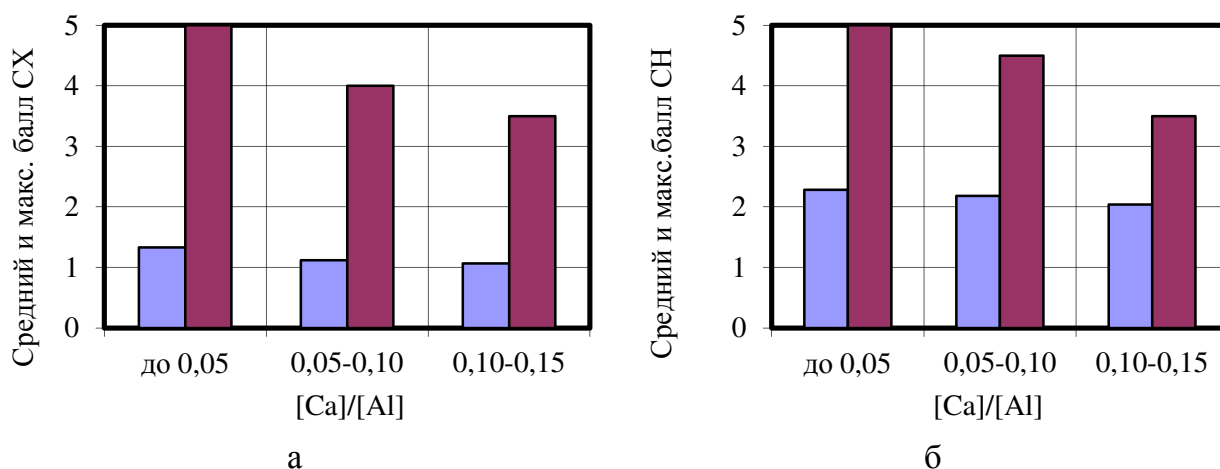


Рис. 2. Влияние отношения Ca/Al в сталях класса прочности К52-К60 на степень загрязненности проката силикатами хрупкими (а) и недеформирующимися (б)

Из рис. 2 следует, что увеличение отношения Ca/Al в сталях класса прочности K52-K60 от 0,02 до 0,15 снижает среднюю загрязненность проката силикатами хрупкими и недеформирующимися. Аналогичные результаты прослеживаются и по максимальному баллу НВ. Таким образом, для снижения загрязненности стали НВ необходимо увеличить отношение Ca/Al в результате снижения расхода алюминия на раскисление и корректировки расхода кальция в зависимости от текущего содержания алюминия.

Анализ данных оценки неметаллических включений для исследуемых сталей (см. табл. 2) показывает, что за исключением отдельных выпадов, не носящих системного характера, загрязненность стали сульфидами, оксидами и пластичными силикатами находится в допустимых пределах, как по максимальному, так и по среднему баллам. Систематические отклонения по максимальному баллу загрязненности наблюдаются по таким включениям, как силикаты хрупкие и недеформирующиеся. Обобщенные данные по количеству листов исследуемых марок сталей, не удовлетворяющих современным тре-

бованиям по загрязненности неметаллическими включениями, представлены в табл. 3.

Анализ результатов загрязненности проката исследуемых сталей по силикатам хрупким и недеформирующимся (см. табл. 2 и 3) показывает, что отклонения от максимального балла по силикатам хрупким наблюдаются на 3,9-7,7 % листов, а по силикатам недеформирующимся отклонения от максимального балла превышают 10 %.

Наличие неметаллических включений в стали оказывает существенное влияние на её механические свойства, что связано как с нарушением сплошности металла, так и различиями в коэффициентах термического расширения и степени деформируемости включений и металлической матрицы. Наиболее негативное влияние на свойства стали оказывают крупнокристаллические недеформирующиеся включения.

Влияние уровня загрязненности проката силикатами недеформирующимися (СН) на некоторые свойства образцов из стали класса прочности K52 проиллюстрировано на гистограмме (рис. 3).

Таблица 3 – Результаты оценки загрязненности листового проката

Марка стали	Кол-во оценен. листов	Количество листов, шт./%			
		Силикаты хрупкие		Силикаты недеформирующиеся	
		Удовлетворяют	Неуд.	Удовлетворяют	Неуд.
K52	568	546 / 96,1	22 / 3,9	541 / 95,2	27 / 4,75
K56	202	191 / 94,6	11 / 5,4	195 / 96,5	7 / 3,47
K60	2282	2107 / 92,3	175 / 7,7	2049 / 89,8	233 / 10,21

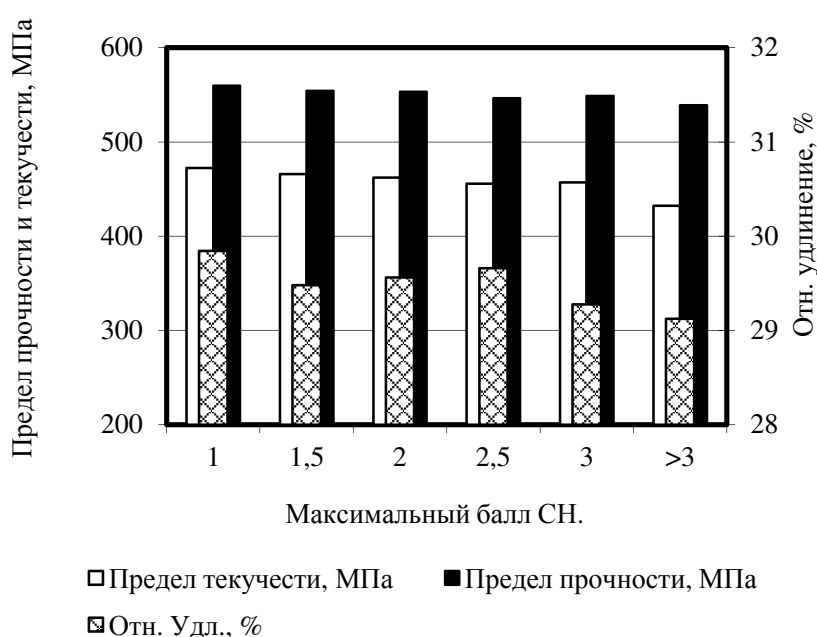


Рис. 3 – Влияние уровня загрязненности листового проката силикатами недеформирующимися (по максимальному баллу) на механические свойства

Из представленных на рис. 3 данных следует, что снижение пластичности проката наблюдается при увеличении загрязненности силикатами недеформирующимися до 3 балла, а заметное падение прочностных свойств – при превышении уровня загрязненности более 3 балла.

Таким образом, проведенный анализ подтверждает актуальность решаемой в исследовании задачи, направленной на разработку комплекса технологических рекомендаций по производству стали, обеспечивающих производство листового проката (марки стали для производства газо- и нефтепроводных труб) с загрязненностью силикатами недеформирующимися (по максимальному баллу) не более 3,5 балла.

Предварительный анализ показал, что для снижения загрязненности металла хрупкими и недеформирующимися неметаллическими включениями необходимо обеспечить содержание кальция в стали не менее 10-15 ppm, алюминия не более 0,020% при отношении Ca/Al на уровне не менее 0,05. Для гарантированного выполнения требований по загрязненности стали НВ, уменьшения количества и размеров отдельных глобулей, оцениваемых по ГОСТ 1778 как недеформирующиеся силикаты, необходимо не допускать нарушения технологии раскисления металла и шлака, и обработки металла на УКП, а также изучить вопрос обработки стали комплексными модификаторами, содержащими наряду с кальцием, такие щелочноземельные металлы (ЩЗМ), как стронций и барий.

Литература

1. Дюдкин Д. А., Кисиленко В. В. Современная технология производства стали. – М.: Теплотехник, 2007. – 529 с.

Сведения об авторах

Нефедьев Сергей Павлович, к.т.н., доцент, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: sergeynefedyeff@gmail.com

Харченко Максим Викторович, к.т.н., доцент, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: kharchenko.mv@bk.ru

Важенин Иван Евгеньевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

2. Критерии оценки качества раскислителей и модификаторов для стали / И.В. Рябчиков, В.Г. Мизин, Р.Г. Усманов и др. // Сталь. 2015. №2. С. 24-27.
3. Нарита К. Кристаллическая структура неметаллических включений / Пер. с япон. – М.: Металлургия, 1969. – 126 с.
4. Физико-химические свойства окислов / Под ред. Самсонова Г.В. Изд. второе – М.: Металлургия, 1979. – 272 с.
5. Включения и газы в сталях / Явойский В.И., Близунов С.А., Вишкарев А.Ф. и др. – М. Металлургия, 1979. – 272 с.
6. Неметаллические включения и качество стали / Бельченко Г.И., Губенко С.И. – Киев. Техника, 1980. – 168 с.
7. Шпис Х. Поведение неметаллических включений в стали при кристаллизации и деформации / Пер. с нем. – М., Металлургия, 1971. – 125 с.
8. Шаповалов А.Н., Голубцов В.А., Бакин И.В., Рябчиков И.В. Применение комплексных модификаторов для снижения загрязненности стали коррозионно-активными неметаллическими включениями. // Черные металлы, 2020. №6(1062). С.4-10.
9. Бакин И.В., Шаповалов А.Н., Кузнецов М.С. и др. Промышленные испытания микрокристаллических комплексных сплавов с ЩЗМ при выплавке трубной стали. // Сталь, 2020. №11. С.21-25.
10. Куницын Г.А., Кузнецов М.С., Шаповалов А.Н., Бакин И.В. Применение комплексных модификаторов при производстве стали с повышенными требованиями по неметаллическим включениям // Черные металлы, 2022. №5(1085). С.9-15.

УДК 621.746.5.047:666.14

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ – КРИСТАЛЛИЗАТОР МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Точилкин В.В., Терентьев Д.В., Точилкин Василий В., Камалихина З.В.

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
г. Магнитогорск

Аннотация. Представлены результаты математического и физического моделирования, а также развитие конструкций оборудования агрегатов, манипуляторов и узлов системы промежуточный ковш – кристаллизатор машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), обеспечивающих прохождение жидкой стали: промежуточный ковш (ПК) – кристаллизатор (КР). Представлены элементы конструкций, обеспечивающих установку и закрепление устройств, для прохождения жидкой стали в ПК, через ПК и далее в кристаллизатор. Дано моделирование работы конструкций агрегатов в процессе прохождения жидкой стали. Математическая модель описывает движение жидкого металла в оборудовании манипуляторов и агрегатов системы ПК – КР. Отмечено существенное влияние созданного и модернизированного оборудования МНЛЗ на удаление неметаллических включений. Совершенствование конструкций для рационального формирования потоков металла создает условия для повышения качества разливаемой стали.

Ключевые слова: кристаллизатор, промежуточный ковш, математическая модель, струя металла.

Введение

Создание, развитие и модернизация элементов сортовых МНЛЗ, в частности, сталеразливочных и промежуточных ковшей, кристаллизаторов – важная задача современной металлургической отрасли, решение которой обеспечивает повышение производительности и качества выпускаемой продукции [1]. Кристаллизатор является одним из наиболее важных функциональных узлов, определяющих рациональную работу МНЛЗ [2]. Оборудование, определяющее движение жидкого металла выполняет функцию приема жидкого металла, попадающего в него из промежуточного ковша, а также перевода части жидкой стали в твердое состояние посредством отвода тепла охлаждающей водой. В кристаллизаторе происходит формообразование непрерывно литой заготовки [3].

Целью работы является создание математической модели и компьютерное моделирование работы оборудования на пути сталеразливочный ковш – промежуточный ковш – кристаллизатор [4].

Основная часть

Основные параметры оборудования при разливке открытой струей металла показаны на рис. 1.

Ньютоновская жидкость – металл при температуре 1555°C поступает в промежуточный ковш открытым потоком в период открытия шиберного устройства сталеразливочного ковша. Необходимо учитывать, что в момент открытия сталеразливочного ковша в промежуточный ковш попадает значительное количество защитной смеси, располагаемой в разливочном отверстии сталеразливочного ковша [5].

По мере наполнения промежуточного ковша до номинального уровня открытая струя максимально быстро направляется через специальную защитную конструкцию 4 (см. рис. 1). Таким образом, струя начинает перемещаться в номинальном режиме. При этом существенно уменьшается насыщение металла азотом, что влияет на параметры, получаемой на машине заготовки [6].

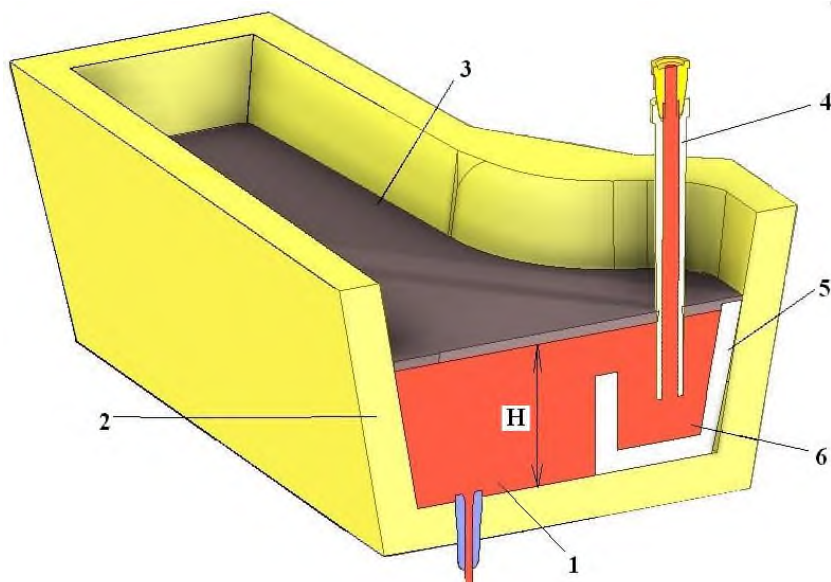


Рис. 1. Модель оборудования для определения параметров расположения потоков стали: 1 – ньютоновская жидкость - металл; 2 - борт; 3 – защита поверхности металла; 4 – поток в направляемой защите; 5 – конструкция для приема металла; 6 – часть ковша для расположения струи стали из сталеразливочного ковша; H – номинальное положение жидкости в ковше

Модель рассматриваемого оборудования

При подготовке математической модели [7] определены основные уравнения для оценки движения потоков ньютоновской жидкости. Это комплект дифференциальных уравнений, дополнением к которому является обязательное использование граничных и начальных условий. Температура и характер жидкости отмечены выше, к ним добавляется обязательный параметр металла - ньютоновской жидкости – динамическая вязкость. Силовые (F) параметры определяем из соотношений:

$$\vec{F} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -\rho \cdot g \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения.

Процесс разливки через рассматриваемое оборудование определяем для случая, когда температурное различие перемещаемого металла минимальное. Важнейшим дополнением уравнений движения - граничные условия определяющие: параметры нахождения жидкой стали около стенок промежуточного ковша; специфика движения стали на зеркале металла в промежуточном ковше [8]. Для оценки параметров, перед моделированием определяется расположение расчетной сетки (рис. 2)

На рис. 2 представлена сетка для оценки движения жидкого металла через защитное оборудование.

Результаты моделирования потоков металла в движения металла в разрабатываемых конструкциях промежуточного ковша [9].

Специфика скоростей металла представлена на рис. 3.

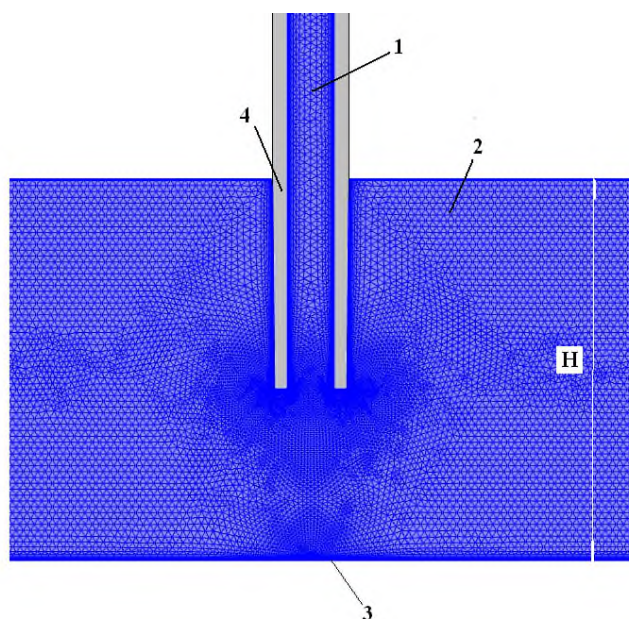


Рис. 2. Расположение конечно – элементной сетки при прохождении стали через защитное оборудование: 1 – поток металла из сталеразливочного ковша; 2 – сталь при номинальном уровне в промежуточном ковше; опорная поверхность внутренней полости промежуточного ковша; 4 – защитная конструкция

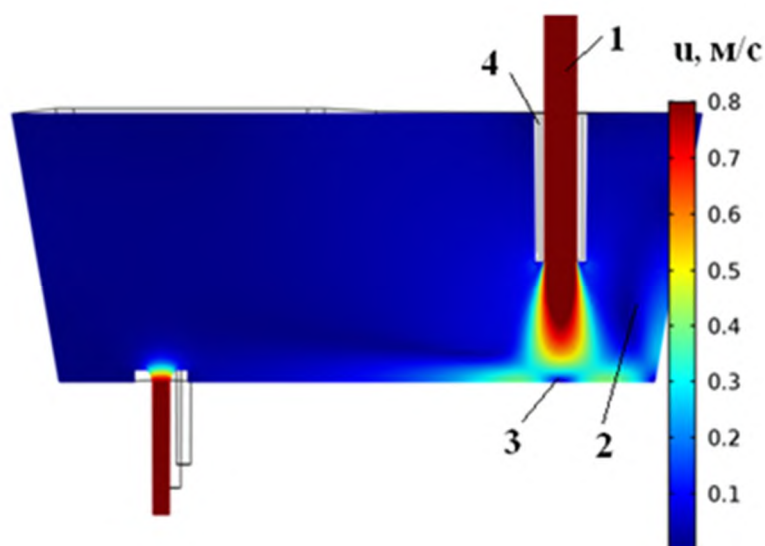


Рис. 3. Основные параметры ньютоновской жидкости при движении через конструкции сталеразливочного и промежуточного ковшей и далее в кристаллизаторы: 1 – основной поток; 2 – номинальный уровень; 3 – зона приема металла; 4 – труба

Выводы по работе

1. Составлена математическая модель перемещения жидкой стали, как ньютоновской жидкости через конструкции машины. Определены основные начальные и граничные условия, необходимые для оценки параметров разливки.

2. Оценка модели позволила определить основные параметры модернизируемых конструкций промежуточного ковша, защитных конструкций для струй стали.

3. В районе поступления жидкого металла в промежуточный ковш определено критическое значение скоростей металла

(более 0,2 м/с). Данный параметр требует существенной реконструкции промежуточного ковша сортовых и слябовых МНЛЗ [10]. При этом одним из важнейших параметров является уровень стали в сталеразливочном ковше в начальный период разливки металла.

4. Создана компьютерная программа, позволяющая в наглядном и удобном виде реализовать предложенные математические модели для их использования в качестве компьютерных моделей.

Литература

1. Гушин В.Н., Ульянов В.А. Совершенствование технологии рафинирования стали в промежуточных ковшах МНЛЗ // *Сталь*, 2017. №5. С.16-20.
2. Сотников А.Л., Шоломицкий А.А. Контроль соосности колебательного движения кристаллизатора с технологической осью МНЛЗ // *Металлург*, 2016. №10. С. 45-50.
3. Ячиков И.М., Вдовин К.Н., Точилкин В.В. Непрерывная разливка стали. Расчеты медных кристаллизаторов: Монография. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. госуд. техн. ун-та, 2014. - 190 с.
4. Designing Refractories for the tundish of a Continuous Caster / K.N. Vdovin, V.V. Tochilkin, I.M. Yachikov // *Refractories and Industrial Ceramics*. 2016. Vol.56. №6. P. 569-573.
5. Еронько С.П., Понамарева Е.А., Цысмистро Е.С. Разработка вибрационной системы снижения интенсивности процесса затягивания выпускного канала сталеразливочного ковша // *Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации*, 2021. № 2. С. 165-174.
6. Сотников А.Л., Стриченко С.М., Киреев В.М., Фоменко Ю.В. Состояние и перспективы совершенствования оборудования сортовых МНЛЗ // *Сталь*, 2020. №10. С. 7-16.
7. Вдовин К.Н., Точилкин В.В., Марочкин О.А. Совершенствование процесса разливки стали на сортовых МНЛЗ // *Металлург*, 2014. №4. С. 80-82.
8. Протопопов Е.В., Числавлев В.В., Темлянец В.В., Головатенко А.В. Повышение эффективности рафинирования рельсовой стали в промежуточных ковшах МНЛЗ на основе рациональной организации гидродинамических процессов // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*, 2020. Т. 63. №5. С. 298-304.
9. Вдовин К.Н., Точилкин В.В., Филатова О.А. Совершенствование конструкций огнеупоров разливочной камеры промежуточного ковша МНЛЗ // *Новые огнеупоры*, 2015. № 9. С. 3-7.
10. Конструкции и расчет металлоприемника промежуточного ковша симметричной многоручьевой МНЛЗ / Вдовин К.Н., Точилкин Вас. В., Добрынин С.М., Мельничук Е.А., Точилкин В.В. // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2019. Т.17. №3. С. 25-30.

Сведения об авторах

Точилкин Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор кафедры проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. Email: toch56@mail.ru.

Терентьев Дмитрий Вячеславович, доктор технических наук, профессор кафедры машин и технологий обработки давлением ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», доктор технических наук, 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: terentev.dv@magtu.ru.

Точилкин Василий Викторович, аспирант кафедры технологий металлургии и литейных процессов ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. Email: tochilkin.vas@mail.ru.

Камалихина Зоя Валерьевна, аспирант кафедры проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. E-mail: kamalikhina.zv@mail.ru.

УДК 669.162.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ В РЕЗУЛЬТАТЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДУТЬЕВОГО РЕЖИМА

Калинина В.А., Шаповалов А.Н.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Рассмотрены вопросы совершенствования параметров дутьевого режима на примере доменной печи полезным объемом 2000 м³. Разработаны рекомендации по повышению технико-экономических показателей доменной плавки за счет изменения параметров дутья.

Ключевые слова: параметры дутья, удельные расход кокса, суточная производительность, температура горения в фурменном очаге, кинетическая энергия газовой смеси.

Введение. На процессы плавки влияет большое количество различных факторов. Это качество железорудных материалов и кокса, режимы загрузки, дутья и выпуска продуктов плавки и др. Одним из действенных рычагов управления ходом доменной «снизу» печи является регулирование параметров дутьевого режима, что обеспечивает изменение положения зон теплообмена и газодинамические условия работы печи. Собственно говоря, при постоянстве шихтовых условий, режима выпусков и загрузки, можно считать, что распределение газов по сечению печи и использование его полностью определяются параметрами дутья: интенсивностью, давлением, кинетической энергией газовой смеси и температурой горения на фурмах.

Цель исследования. Для достижения наилучших технико-экономических показателей (ТЭП) плавки дутьевой режим, включающий в себя такие параметры как расход, давление и температура дутья, содержание кислорода и расход топливных добавок, должен быть оптимальным.

Результаты и их обсуждение. Для определения рационального сочетания параметров дутьевого режима в работе были проанализированы среднемесячные показатели работы доменной печи полезным объемом 2000 м³. за период с 2016 по 2018 годы. Показатели работы исследуемой печи за рассматриваемый период (без учета периодов проведения кап. ремонтов) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Усредненные показатели работы доменной печи

Показатели		Значение показателя за период		
		диапазон	среднее	
Производство среднесуточное, т/ фактические сутки		3160,00-4296,06	3558,47	
Выход шлака, кг/т чугуна		340,06-417,12	396,44	
Вынос колошниковой пыли, кг/т чугуна		7,89-41,11	25,16	
Содержание железа в шихте с известью, %		53,20-55,90	54,38	
Доля железорудной части, %	Агломерат	31,21-50,78	43,95	
	Окатыши	48,82-67,58	55,11	
Рудная нагрузка, т/т кокса		3,37-4,35	3,75	
Дутье	расход, м ³ /мин	2801,00-3348,00	3073,17	
	давление, АТИ	2,09-2,74	2,50	
	температура, °С	1058,00-1170,00	1121,99	
Содержание кислорода в дутье, %		21,00-29,73	24,33	
Колошниковый газ:	давление, АТИ		0,84-1,36	1,16
		СО	14,68-21,30	19,92
	Состав, %:	СО ₂	14,55-20,30	18,42
		Н ₂	4,02-7,70	5,46
Природный газ, м ³ /т		59,00-119,04	87,55	
Технологический кислород, м ³ /т		0,80-130,26	71,67	
Теоретическая температура горения, °С		2002-2272	2115,1	
Кинетическая энергия газовой смеси, кДж/с		41-65	53,8	

Наибольшее влияние на ТЭП оказывают следующие параметры дутья: температура дутья, расход природного газа и содержание в дутье кислорода.

Был произведен анализ технических отчетов работы доменной печи и установлены оптимальные параметры дутья, при которых достигаются наивысшие технико-экономические показатели при действующих условиях.

Основными технико-экономическими показателями являются среднесуточная производительность и удельный расход кокса, которые, во-многом, определяют издержки производства и эффективность работы печи. Причем производительность и расход кокса тесно взаимосвязаны друг с другом, что видно из графика на рисунке 1.

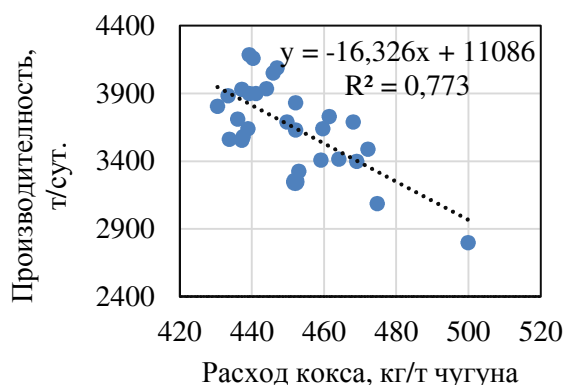
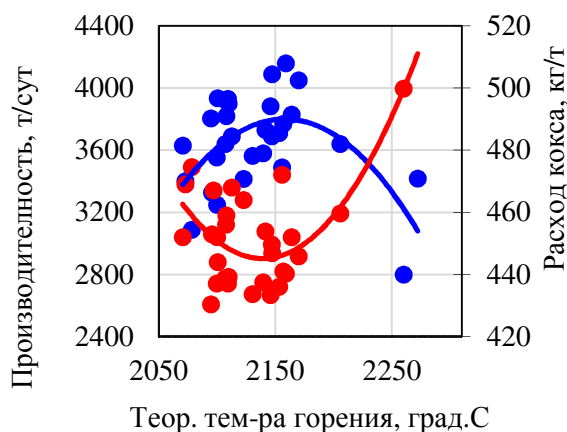


Рисунок 1 – Взаимосвязь расхода кокса и производительности

Основными показателями, характеризующими режим горения топлива у фурм доменной печи и определяющими газодинамические параметры доменной плавки, являются теоретическая температура горения и кинетическая энергия истекающей из фурм газозвоздушной смеси, которые, по мнению ряда исследователей [1-7], должны находиться в оптимальных для данных условий пределах.

Оптимальный уровень теоретической температуры горения для различных условий доменной плавки находится в диапазоне 1900-2200°С. На рисунке 2 представлен график зависимости производительности печи и удельного расхода кокса от теоретической температуры горения.

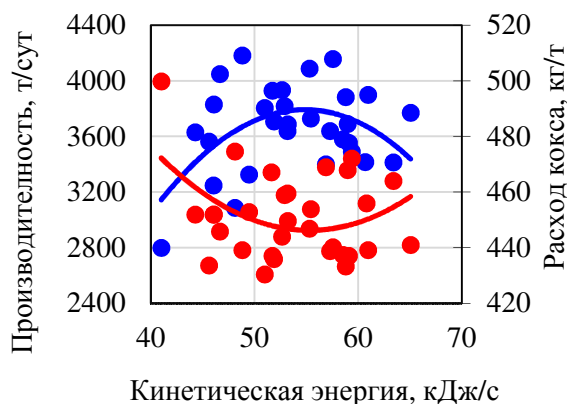


● Производительность ● Куд. расход кокса

Рисунок 2 – Зависимость производительности и удельного расхода кокса от теоретической температуры горения

Представленные на рис. 2 данные позволяют заключить, что по влиянию на удельный расход кокса и производительность печи оптимальной является теоретическая температура горения в пределах 2120-2160 °С, причем максимальная производительность обеспечивается при температуре горения 2150-2160 °С, а минимальный расход кокса – при 2120-2140 °С, что в целом согласуется с результатами аналогичных исследований [8-10].

Что касается кинетической энергии газозвоздушной смеси, то её влияние на ТЭП доменной плавки также имеет экстремальный характер (рисунок 3), при этом оптимальный уровень энергии исходящего из фурм газового потока находится в диапазоне 50-60 кДж/с как для обеспечения максимальной производительности, так и для минимизации расхода кокса.



● Производительность ● Куд. расход кокса

Рисунок 3 – Зависимость производительности и удельного расхода кокса от кинетической энергии газозвоздушной смеси

Экстремальные зависимости ТЭП доменной плавки от теоретической температуры горения и кинетической энергии газового потока объясняется влиянием этих параметров на распределение газов по сечению печи и, как следствие, эффективность их использования как в тепловом, так и в химическом отношении.

Таким образом, в условиях работы доменной печи №4 для достижения наилучших ТЭП целесообразно ограничивать кинетическую энергию газовой смеси на уровне 50-60 кДж/с и поддерживать теоретическую температуру горения на фурмах в пределах 2120-2160 °С. Если среднее значение кинетической энергии укладывается в оптимальный диапазон, то теоретическая температура горения ниже оптимальных значений. В этих условиях улучшение ТЭП доменной плавки возможно за счет влияния на температуру горения в фурменных очагах.

Средствами обеспечения оптимального уровня теоретической температуры горения (и кинетической энергии газовой смеси) являются температура дутья, расходы природного газа и технологического кислорода.

Регрессионный анализ производственных данных позволил получить уравнения регрессии, связывающие ТЭП работы с параметрами дутьевого режима:

$$P_p = -136,2 + 0,61 \cdot Q_d + 0,27 \cdot T_d + 64,9 \cdot O_2,$$

$$K_{уд} = 518,5 - 0,64 \cdot ПГ - 0,026 \cdot T_d + 0,76 \cdot O_2,$$

где P_p – производительность, т/фактические сутки;

$K_{уд}$ – удельный расход кокса, кг/т чугуна;

Q_d – расход дутья, м³/т;

T_d – температура дутья, °С;

O_2 – расход кислорода, м³/т;

$ПГ$ – расход природного газа, м³/т.

Коэффициенты детерминации полученных уравнений превышают 0,7 ед., что подтверждает их адекватность. Совместное решение полученных уравнений позволяет определить оптимальное сочетание параметров дутьевого режима, обеспечивающих высокие ТЭП работы доменной печи №4. В условиях работы доменной печи №4 за период 2016-2018 гг., оптимальными параметрами дутья, обеспечивающими максимальную производительность при минимальном расходе кокса, можно считать температуру дутья 1150°С, расход дутья 3400 м³/мин, рас-

ход природного газа 100-110 м³/т при содержании кислорода в дутье 30 %. При этом достигаются оптимальные уровни теоретической температуры горения кинетической энергии газовой смеси, что позволяет обеспечить производительность до 4100 т/сут при расходе кокса менее 440 кг/т.

Литература

1. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов. – М.: Мир, ООО «Издательство АСТ», 2003 – 528 с.
2. Волков Ю.П., Шпарбер Л.Я., Гусаров А.К. Технолог-доменщик: справочное пособие. – М.: Металлургия, 1986. 263 с.
3. Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф. Металлургия железа: учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 464 с.
4. Тихомиров Е.Н. Восстановительные газы и кислород в доменной плавке. – М.: «Металлургия», 1982. – 104 с.
5. Логинов В.И., Глушенко И.М., Бехтер Е.И. Повышение эффективности использования кокса в народном хозяйстве. – М.: «Металлургия», 1986. – 160 с.
6. Донсков В.Г., Лялюк В.П. О кинетической энергии дутья и ее влияние на размеры зон горения у фурм доменной печи // Сталь. 1961. № 7. С. 9-12.
7. Гриненко И.М., Митасов О.В., Дорошевский С.Л. К вопросу расчета числа и диаметра воздушных фурм // Сталь. 1964. №6. С. 14-18.
8. Товаровский И.Г. Совершенствование и оптимизация параметров доменного процесса. – М.: «Металлургия», 1967. – 387 с.
9. Гордеев С.В., Шаповалов А.Н. Анализ влияния параметров дутьевого режима на ТЭП работы доменной печи №2 ОАО «Урал Сталь» // Наука и производство Урала, 2007. № 3 С. 9-14.
10. Безбородова Л.В., Шаповалов А.Н. Влияние параметров дутья на показатели работы доменной печи №4 ОАО «Уральская Сталь» // Наука и производство Урала, 2012. № 8. С. 17-22.
11. Овчинникова Е.В., Шаповалов А.Н. Влияние параметров дутьевого режима на эффективность доменной плавки в условиях ОАО «Уральская Сталь» // Вестник ЮУрГУ. 2013. Т. 13. № 1. С. 61-67.

Сведения об авторах

Калинина Виктория Алексеевна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

Шаповалов Алексей Николаевич, к.т.н., доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: alshapo@misis.ru

УДК 669.333

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ ЧЕРНОВОЙ МЕДИ МЕТОДОМ СОВМЕЩЕННОЙ ПЛАВКИ СУЛЬФИДНОГО СЫРЬЯ И КОНВЕРТИРОВАНИЯ

Гриднева А.Н.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье предложена концепция модернизации плавильных агрегатов по конвертированию медного штейна, позволяющая повысить эффективность производство черновой меди.

Ключевые слова: черновая медь, конвертирование, донная продувка, совмещенная плавка и конвертирование.

На Медногорском медносерном комбинате (ММСК) черновую медь получают в плавильных агрегатах – конвертерах из штейна, выплавляемого в шахтных печах. Совмещенная плавка сульфидного сырья и конвертирование в одном агрегате (СПК) была разработана в институте «Унипромедь» и успешно реализуется в ММСК в варианте загрузки шихтовых материалов на поверхность расплавов через горловину конвертора [1].

Агрегат СПК представляет собой цилиндрический реактор, конструктивно оформленный в виде удлиненного конвертера с горловиной, смещенной к одному торцу (рисунок 1). Дутьё подается через фурмы (конструкция аналогична конвертерным). Количество фурм 24, диаметр 51 мм, расположенные в один горизонтальный ряд. Дутьё обогащается кислородом до 31 %. Расход технологического кислорода достигает 1500-2500 нм³/ч. Агрегат СПК футерован хромомagnesитовым кирпичом. Агрегаты СПК предназначены для переработки штейна шахтных печей, медного концентрата, медного брикета или шихты, клинкера, газовой

пыли, медных корок, других медьсодержащих материалов [2].

Совмещенная плавка-конвертирование осуществляется за счет физического тепла жидкого штейна и тепла экзотермических реакций окисления сульфидов, серы, а также реакций шлакообразования. В результате плавления материалов, растворения тугоплавких составляющих и протекания химических процессов образуется окисульфидный расплав, который интенсивно барботируется кислородно-воздушной смесью, подаваемой в агрегат через фурмы под давлением. Сульфиды расплава окисляются кислородом в порядке, определенном сродством к нему.

При переработке шихты в агрегате СПК получают две жидкие фазы: богатую массу и шлак. Образующийся после отстаивания шлаковый расплав и газовая фаза удаляются из конвертора непрерывно, богатая масса выводится периодически. Степень использования агрегата под дутьем достигает 96 %, что позволяет получать технологические газы со стабильным содержанием SO₂ и максимально использовать тепловой КПД агрегата.

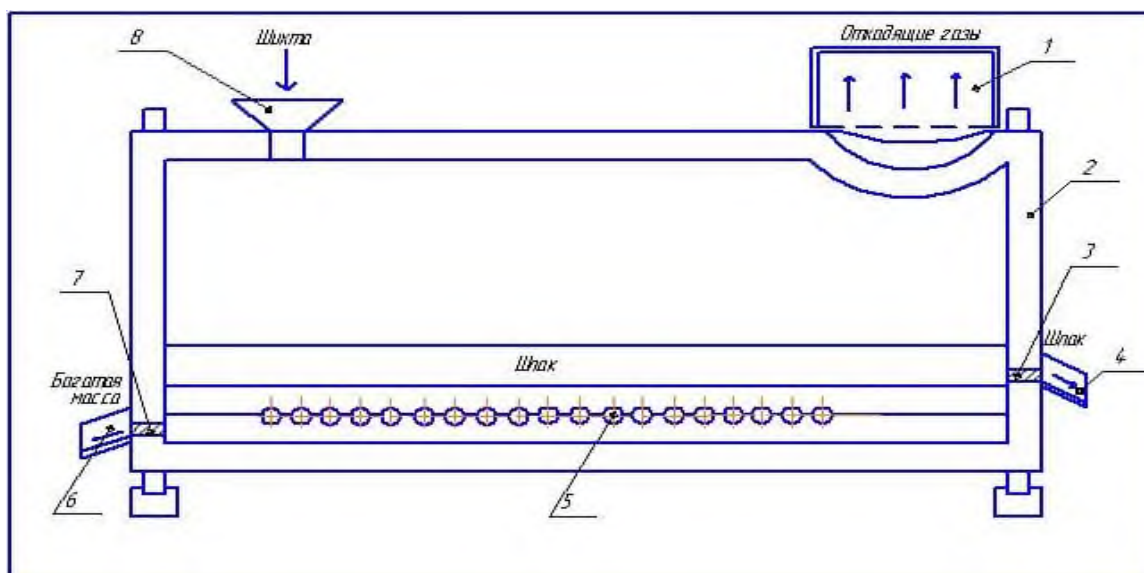


Рисунок 1 - Схема агрегата СПК

1 - напыльник; 2 - цилиндрическая поворотная печь; 3 - летка для выпуска шлака; 4 - стационарный шлаковый желоб; 5 - фурмы для подачи воздуха; 6 - стационарный штейновый желоб; 7 - летка для выпуска богатой массы; 8 - загрузочное отверстие (пушка).

В процессе плавки большая часть железа, цинка и серы, поступившей с сырьем, окисляется кислородом дутья. Оксиды железа связываются с кварцем, образуя шлаковый расплав. Удельный вес богатой массы равен 5-6 т/м³. С целью получения шлака с удельным весом менее 3,2-3,6 т/м³ содержание кварца доводят до 22 %. Такое содержание кварца позволяет иметь довольно бедные по меди шлаки и повысить стойкость футеровки. Оставшаяся часть серы, большая часть меди, небольшая часть железа, свинца и цинка, переходят в богатую массу [2].

По существующей на сегодняшний день технологии дефицит тепла восполняют с помощью горячего печного штейна, таким образом процесс совмещенной плавки и конвертирования можно рассматривать как конвертирование с переработкой несколько увеличенного количества холодных материалов, в качестве которых используется медный концентрат.

Сравнительные показатели процесса на воздушном дутье и кислородно-воздушной смеси (КВС) приведены в таблице 1.

Из-за непрерывно снижающихся концентраций ценных компонентов в рудах и ужесточения природоохранных законов, в металлургии меди значительную роль имеют исследования и разработка новых экологически чистых и высокоэффективных методов извлечения меди. Одним из наиболее перспективных направлений является плавка в

горизонтальных конверторах с фурмами, расположенными на дне агрегата.

Данная технология была запатентована китайскими учёными и получила название SKS. И уже нашла применение в металлургии свинца, меди и сурьмы. Процесс донной продувки продемонстрировал значительные преимущества по сравнению с другими пирометаллургическими агрегатами [3, 4]. Этот вид плавки прост, есть возможность перерабатывать разнообразные сульфидные медные руды.

Одним из наиболее важных преимуществ такого ведения процесса является использование данной разработки при модернизации уже существующих установок. Улучшению могут подвергаться агрегаты с горизонтальным рабочим пространством, такие как Noranda, Teniente и, в том числе, агрегат СПК (рисунок 2).

Подготовительные операции при приготовлении шихты включают в себя смешивание концентрата с кремнистым флюсом, при этом сушка и измельчение не требуются. Затем материалы добавляются непосредственно в рабочее пространство печи из верхнего загрузочного окна. Обогащённый кислородом воздух постоянно вдувается в матовый слой нижней части печи через фурмы, поток газа диспергируется на крошечные потоки на высокой скорости и рассеивается в расплаве. Высокотемпературные потоки интенсивно сталкиваются между собой. Плавка проходит очень энергично. В результате та-

кого активного барботажа расплава обеспечивается хороший массо- и теплоперенос.

Рациональный состав шихты, шлака и штейна приведёт в таблице 2.

Таблица 1 – Основные технологические показатели работы агрегата СПК

Наименование	Ед. изм.	Значение показателя	
		На воздушном дутье	На КВС
Заливка штейна (единовременная)	ковш/ч	1-3	1-3
Загрузка шихты	т/ч	до 100	до 100
Загрузка пыли (инжекция)	т/ч	до 20	-
Расход воздуха	нм ³ /ч	25 000-35 000	23 000-25 000
Расход кислорода	нм ³ /ч	-	1500-2500
Степень обогащения дутья кислородом	%	-	27,5-31
Давление воздуха/кислорода на фурмах	кгс/см ²	0,7 - 1,2	
Температура расплава	°С	1100 - 1300	1100 - 1300
Температура газов	°С	до 1100	до 1100
Содержание меди в богатой массе	%	45-80	45-80
Содержание в шлаке:			
Cu	%	до 3	До 3
CaO	%	5-8	5-8
SiO ₂	%	18 – 22	16-18
Zn	%	До 13,5	До 13,5
Pb	%	До 3-3,5	До 3-3,5
Коэффициент использования конвертера под дутьем	%	75 - 96	92 - 96

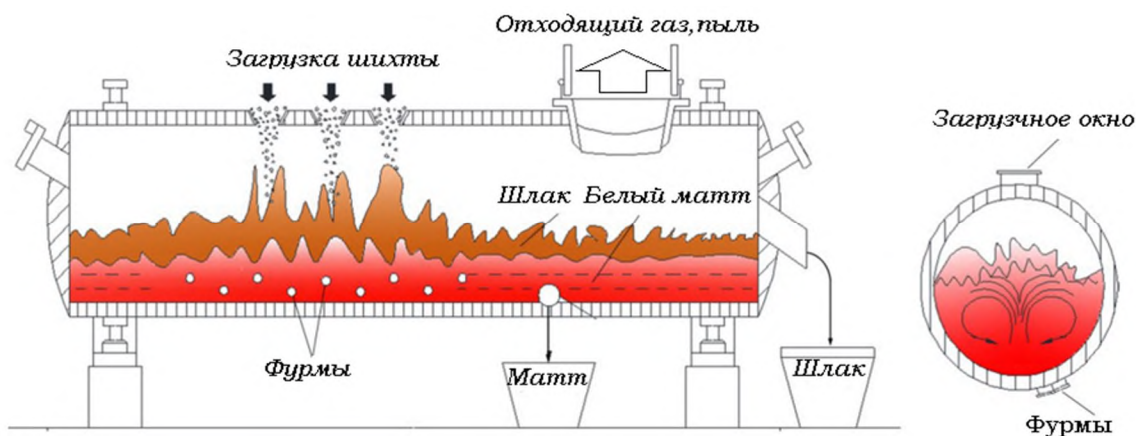


Рисунок 2 – Печь с донной продувкой

Таблица 2 – Рациональный состав SKS, %

Эл.	Cu	Fe	S	SiO ₂	CaO	H ₂ O	Прочие
Шихта	24,62	23,4	26,72	13,44	1,45	7,51	2,86
Матт	74,03	3,5	19,87	0,46	-	-	2,14
Шлак	2,72	41,18	0,74	24,26	2,01	-	29,09

Процесс плавки идёт непрерывно, но матт и шлак сливаются периодически. Тепло, выделяемое при окислении серы и железа

достаточно для поддержания необходимой температуры в ванне расплава.

На рисунке 3 представлена модель механизма технологии SKS, которую можно разделить на семь основных слоев:

- I. Газовый слой;
- II. Переходный слой минералогического разложения;

- III. Шлаковый слой;
- IV. Переходный слой шлакообразования;
- V. Переходный слой матового пласта;
- VI. Слабый окислительный слой;
- VII. Сильный окислительный слой.

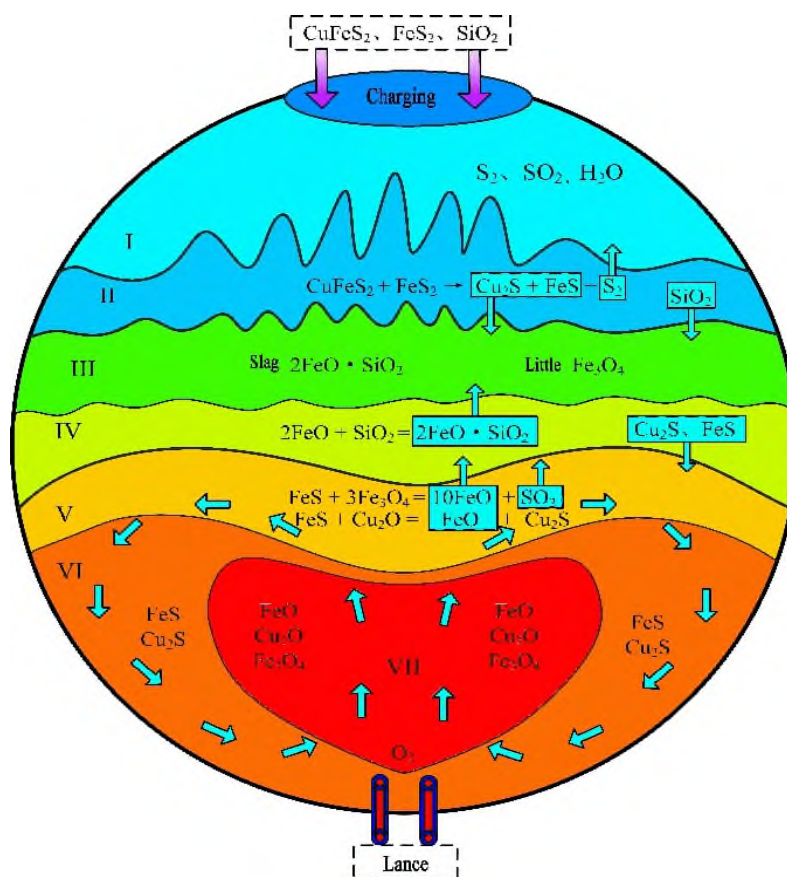


Рисунок 3 – Модель процесса SKS

Модернизация агрегата СПК с внедрением технологии донной продувки позволит увеличить производительность плавильного агрегата, снизить затраты на газообразное топливо, снизить объемы отходящих газов, увеличить концентрацию SO_2 в газах, и как следствие, снизить количество низовых выбросов, за счет увеличения коэффициента нахождения под дутьем.

Литература

1. Процессы и аппараты цветной металлургии: учебник / С.С. Набойченко, Н.Г. Агеев, С.В. Карелов и др. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2013. – 564 с.

Сведения об авторах

Гриднева Анастасия Николаевна, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

2. ООО «ММСК». Производство черновой меди. Технологическая инструкция 2017. – 81с.
3. CUI Zhi-xiang, SHEN Dian-bang, WANG Zhi, BIAN Rui-min. Low-carbon economy and new process of copper smelting with oxygen enriched bottom blowing technology [J]. Energy Saving on Technique, 2011(1): 17-20.
4. QU Sheng-li, DONG Zhun-qin, CHEN Tao. Study on gold collection in matte with oxygen enriched bottom blowing smelting process [J]. Nonferrous Metals (Extractive Metallurgy), 2013(6): 40-42.

УДК 662.74.012:658.562

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОКИСЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК КАМЕННОУГОЛЬНЫХ УГЛЕЙ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ

Алексеев Д.И., Демченко Н.П.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В области производства кокса не только в России, но и в мире существует большое количество нерешённых проблем. Одной из таких проблем является создание универсальной математической модели, которая бы позволила прогнозировать качество кокса по механическим свойствам из углей с любого месторождения Земли. На сегодняшний день существует большое количество регрессионных моделей для прогнозирования качества кокса по механическим свойствам. Как правило авторы моделей, создав свои модели, больше их не развивают и не модернизируют. В данной работе представлены результаты работы с одной из известных и последних моделей А.С. Станкевича. Сделан вывод, что данная модель адекватна для применения и развития в рамках одного из действующих производств.

Ключевые слова: кокс, коксующесть углей, моделирование механических свойств кокса, окисленность углей, химико-петрографические показатели качества шихты.

Ранее был проведён анализ на адекватность математических моделей для прогнозирования механических свойств кокса [1-2]. В указанных работах был сделан вывод, что модель А.С. Станкевича [3-6] не содержит внутренних противоречий и может быть применена для промышленных экспериментов.

С другой стороны, в работах [7-8] было показано, что коэффициент степени окисленности P_0 , который входит в модель А.С. Станкевича, не лишён недостатков. Недостатки проявляются при применении модели в производственных условиях.

В данной работе приведены результаты моделирования с помощью модели А.С. Станкевича процесса окисления не промышленной шихты, а мономарок углей. Для этих целей в модели для конкретной марки угля изменяли показатель степени окисленности P_0 при прочих равных условиях и смотрели, как изменится показатель дробимости M_{25} , то есть показатель качества кокса (ГОСТ 5953). Для неокисленных марок углей коэффициент степени окисленности P_0 соответствует значению 1,00. При окислении значение P_0 становится больше 1,00. Чем больше окисленность, тем больше P_0 отклоняется от единицы.

Модель А.С. Станкевича была систематизирована, так как многочисленные ре-

грессионные зависимости находятся в различных работах, установлены взаимосвязи между многочисленными параметрами, такими как коэффициент коксующесть K_y , коэффициент восстановленности K_B , коэффициент эквивалентной спекающей способности K_{Σ} , эквивалентное количество спекающих компонентов SK_{Σ} , эквивалентная толщина пластического слоя y_{CR} . Модель была реализована в табличном процессоре MS Excel.

Результаты моделирования качества кокса по дробимости в зависимости от показателя степени окисленности P_0 приведены в таблице 1.

Анализ данных таблицы показывает соответствие результатов моделирования с теорией и практикой коксования. Так при увеличении степени окисленности марок СС и ТС (столбцы « P_0 » и « P_0 (моделирование)») происходит ухудшение качества кокса по показателю M_{25} . Дробимость становится меньше, а значит прочностные свойства кокса снижаются, что будет негативно сказываться на работе доменной печи [1, 9-11]. Действительно, с точки зрения теории коксования [12] слабоспекающиеся угли, к которым относятся марки СС и ТС, при хранении и последующем коксовании теряют спекающие свойства (уменьшается толщина пластического слоя «у»).

Таблица 1 – Результаты моделирования окисления различных марок углей

Бассейн, шихта, разрез	Марка угля	По	По (моделирование)	M25	M25 (моделирование)
Тырганская	СС	1,03	1,07	54,8	54,3 ↓
Ш/у Анжерское	ТС	1,07	1,12	53,1	52,1 ↓
Осинниковская	Ж	1,01	1,07	78,9	79,4 ↑
Кузнецкий	Ж	1,01	1,07	74,0	74,7 ↑
Распадская	ГЖ	1,00	1,07	72,3	72,7 ↑
Ульяновская	ГЖ	1,01	1,07	68,9	69,5 ↑

С другой стороны, такие марки как Ж и ГЖ с различных месторождений при окислении наоборот улучшили свои показатели дробимости при моделировании (табл.). Это объясняется тем, что при хранении происходит модификация химического состава зёрен угля кислородом воздуха и снижение толщины пластического слоя. У марок ГЖ и Ж толщина пластического слоя может достигать 30 мм и более. При коксовании в индивидуальном виде это приводит к значительному вспучиваю королька кокса. При этом тело кокса ослабевает. Окисление же в данном случае уменьшает вспучивание, что приводит к упрочнению тела кокса [12].

Результаты моделирования продемонстрировали, что для индивидуальных марок углей модель А.С. Станкевича не противоречит теории коксования. Однако необходимо заметить, что при моделировании мы сразу изменяли значение показателя степени окисленности P_0 , тогда как в работах [7-8] оперировали независимыми параметрами функции P_0 .

Подводя итог проделанной работе, можно сделать следующие выводы. Модель адекватно прогнозирует изменение качества кокса при окислении, а значит пригодна для прогнозирования качества кокса из мономарок и, соответственно, шихты. Однако для применения модели в промышленных условиях требуется дополнительная корректировка, в частности, при вычислении показателя степени окисленности угля. Кроме того, при применении модели в производственных условиях необходимо будет внести такие важные параметры, как температура в контрольных отопительных вертикалах, период коксования, доля шихты, прошедшая усреднение на складе и т.д.

Литература

1. Смирнов А.Н., Алексеев Д.И. Анализ математических моделей по управлению показателями качества кокса M25, M10, применяемых на коксохимических предприятиях России // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т.22. № 2. С. 164-179.
2. Смирнов А.Н., Алексеев Д.И. Сопоставление и анализ адекватности математических моделей для прогнозирования показателей качества кокса M25 И M10 // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2017. Т. 15, №3. С. 62-67.
3. Прогноз прочности кокса на основе химико-петрографических параметров угольных шихт с учётом их пневмомеханической сепарации / А.С. Станкевич, Ю.В. Степанов, Р.Р. Гилязетдинов и др. // Кокс и химия. 2005. № 12. С.14-21.
4. Станкевич А.С., Станкевич В.С. Определение технологической ценности углей, используемых для производства кокса // Кокс и химия. 2011. №6. С. 2-10.
5. Станкевич А.С., Станкевич В.С. Методика определения коксуемости и технологической ценности углей пластов и их смесей // Кокс и химия. 2012. №1 С. 4-12.
6. Станкевич А.С., Базегский А.Е. Оптимизация качества кокса ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» с учётом особенностей угольной сырьевой базы // Кокс и химия. 2013. №10. С. 14-21.
7. Алексеев Д.И., Смирнов А.Н. Выбор независимых параметров для оценки окисленности углей при прогнозировании качества кокса по показателям M25 и M10 // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2021. № 2. С. 14-18.
8. Алексеев Д.И., Смирнов А.Н. Моделирование процесса контроля сырья на метал-

- лургическом производстве на примере существующего показателя степени окисленности углей и возможные меры по его модернизации // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2021. № 3. С. 5-10.
9. Алексеев Д.И., Смирнов А.Н., Степанов Е.Н. Обоснование линейной зависимости между показателями прочности кокса М10 и М25 // Кокс и химия. 2021. № 12. С. 10-19.
 10. Алексеев Д.И., Смирнов А.Н., Степанов Е.Н. Обзор и анализ существующих критериев оптимальности качества кокса и химико-петрографических параметров угольной шихты // Кокс и химия. 2021. № 12. С. 20-26.
 11. Оценка технологической ценности угольных концентратов методом проведения серийных коксований / Е.Н. Степанов, И.И. Мельников, О.А. Буланович, О.В. Чуйкина, А.Е. Шмелева, Д.И. Алексеев // Кокс и химия. 2021. № 12. С. 5-9.
 12. Гофтман М.В. Прикладная химия твердого топлива. – М.: Металлургиздат, 1963.

Сведения об авторах

Алексеев Данил Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: alekseev41047@mail.ru.

Демченко Надежда Петровна, студент, кафедра математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

УДК 669.1.022

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ УВЛАЖНЕНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЫ ПРИ ОКОМКОВАНИИ

Фукс А.Ю., Гавриш П.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Исследовано влияние влажности агломерационной шихты на показатели агломерационного производства. Установлено, что действующий режим окомкования и увлажнения имеет недостаточную эффективность, не обеспечивая стабильное получение агломерационной шихты с постоянной влажностью и хорошей газопроницаемостью. Это ограничивает высоту спекаемого слоя, производительность цеха и является сдерживающим фактором увеличения расхода тонкозернистых концентратов. Причиной значительных колебаний влажности агломерационной шихты, оказывающих существенное влияние на окомкование и показатели спекания, является отсутствие динамической системы контроля и коррекции влажности, позволяющей оперативно реагировать на изменения свойств шихты, поступающей на окомкование.

Для повышения эффективности окомкования предложено автоматизировать процесс увлажнения агломерационной шихты. Разработана функциональная схема системы автоматического регулирования влажности. Внедрение системы автоматического регулирования влажности позволит стабилизировать качество агломерационной шихты, что обеспечит улучшение показателей агломерационного процесса и качества агломерата.

Ключевые слова: агломерационная шихты, гранулометрический состав, окомкование, агломерация, режим увлажнения.

Эффективность аглопроцесса определяется свойствами исходных компонентов шихты, составом и качеством ее подготовки, а также параметрами спекания [1-3]. При постоянных параметрах спекания, во многом определяемых техническим состоянием агломашин (газоплотность вакуумной системы, мощность эксгаустера), результаты аглопроцесса зависят от свойств шихты и ее подготовки. Поэтому, на практике и в научной литературе пристальное внимание уделяется таким вопросам как оптимизации свойств железорудных материалов и твердого топлива [4-6], повышение качества твердого топлива [7-10] и его распределения по высоте спекаемого слоя [7, 11-15], подбором флюсуемых материалов [16-24] и связующих веществ [25-28], улучшающих результаты окомкования.

Качество подготовки агломерационной шихты, характеризуемое однородностью химического состава, её гранулометрическим составом и газопроницаемостью [1-3, 29, 30], определяется физико-химическими свойствами компонентов шихты и их соотношением, а также параметрами работы технологического оборудования. Учитывая многообразие влияющих на результаты окомкования факторов, в настоящем исследовании была поставлена цель изучения влияния влажности на результаты окомкования и спекания, а также разработка динамической системы контроля и коррекции влажности, позволяющей оперативно реагировать на изменения свойств шихты, поступающей на окомкование.

Влияние параметров технологического процесса на результаты окомкования удобно рассматривать на конкретном объекте, что позволяет оптимизировать количество влияющих факторов, и обеспечивает детальное изучение исследуемого параметра. Поэтому исследование проводили на агломашине с площадью спекания 84 м², работающей на агломерат из руд и концентратов КМА. Подготовка аглошихты к спеканию на исследуемой агломашине проводится в две стадии: смешивание (с увлажнением до 3,5-4 %) – в смесительном барабане СБ-2,8×6, установленном под углом 2° к горизонту и вращающемся со скоростью 6,6 об/мин; окомкование и доувлажнение до оптимального уровня

(6,5-8,0 %) – в барабане СБ-2,8×6, установленном под углом 1°30' к горизонту и вращающемся со скоростью 6 об/мин.

В условиях действующего производства, при стабильном компонентном составе шихты, ключевым фактором, определяющим качество её подготовки к спеканию, является режим увлажнения: степень и стабильность влажности, свойства воды, способ и место ее подачи, использование добавок и др. Из всех параметров увлажнения в производственных условиях корректируется только расход технической воды, определяющий уровень влажности аглошихты. Коррекция производится в ручном режиме в зависимости от влажности аглошихты на спекательной тележке, контролируемой по внешним признакам.

Для оценки эффективности действующей технологии подготовки аглошихты на исследуемом объекте был проведен эксперимент, заключающийся в отборе проб аглошихты и агломерата, а также фиксации параметров работы агломашин. Усредненные опытные данные представлены в таблице 1.

Полученные в ходе исследования данные позволяют заключить, что, несмотря на значительное количество комкующих фракций в исходной шихте, количество мелочи (фракция 0-1 мм) в окомкованной шихте, определяющее ее порозность и газопроницаемость, остается на значительном уровне, снижаясь ниже 10 % только при переувлажнении шихты сверх оптимальной влажности, находящейся в диапазоне 6,5-8,0 % [29-31].

Кроме того, значительные колебания влажности агломерационной шихты и, как следствие, нестабильные показатели её качества, наблюдаемые в период исследования, отражаются на показателях агломерационного процесса. Так, колебания влажности шихты, ведущие к изменению ее гранулометрического состава, влияют на газопроницаемость спекаемого слоя, что отражается на разрежении и температуре газа в коллекторе, и вынуждает корректировать скорость движения спекательных тележек. Нестабильность влажности и газопроницаемости шихты также влияют на ход спекания и тепловое состояние спекаемого слоя, что, в свою очередь, отражается на прочности агломерата.

Таблица 1 – Параметры агломерационного процесса и качества агломерата

Показатель	Интервал изменения	Среднее значение
Влажность шихты до окомкования, %	3,33-4,9	3,97
Содержание мелочи (0-1 мм) в неокомкованной шихте, %	52,4-63,4	57,22
Влажность окомкованной шихты, %	6,3-9,7	8,1
Фракционный состав окомкованной шихты, %	+10 мм	7,85-16,2
	5-10 мм	10,21-18,8
	3-5 мм	14,46-26,79
	1-3 мм	29,91-44,7
	0-1 мм	6,41-28,33
Средний диаметр гранул окомкованной шихты, мм	3,4-4,97	4,07
Разрежение в коллекторе, кПа	4,71-6,47	5,5
Температура в коллекторе, °С	70-140	97
Скорость агломерационной ленты, м/мин	1,5-2,1	1,77
Удельная производительность, т/(м ² ·ч)	0,941-1,106	1,041
Прочность на удар, %	60,22-70,1	65,03
Прочность к истиранию, %	6,4-4,66	5,41

Для иллюстрации влияния влажности агломерационной шихты на показатели агломерационного процесса на рисунке 1 представлена динамика показателей работы агломерационной машины №3 за период, в течение которого влажность колебалась от 6,5 до 8,0 %. С понижением влажности шихты до 6,5 % (рисунок 1, а), вследствие ухудшения качества окомкования и газопроницаемости спекаемого слоя, выросло разрежение в коллекторе с 5,39 до 6,37 кПа (рисунок 1, б), а температура в коллекторе упала с 120 до 100 °С (рисунок 1, в). Для стабилизации процесса спекания был скорректирован расход воды на увлажнение, а также снижена скорость спекательных тележек с 2,0 до 1,7 м/мин. В результате разрежение стабилизировалось, и наметилась тенденция к повышению температуры в коллекторе. В дальнейшем, после поступления на спекание шихты с нормальной влажностью и хорошей газопроницаемостью, разрежение в коллекторе снизилось до 5,39-5,88 кПа, что позволило повысить скорость движения спекательных тележек до 2,0 м/мин при средней температуре в коллекторе 110 °С.

Таким образом, применяемый технологический режим окомкования и увлажнения имеет недостаточную эффективность, не обеспечивая стабильное получение агломерационной шихты с постоянной влажностью и хорошей газопроницаемостью. Это, наряду с неудовлетворительным техническим состоянием тракта отходящих газов, ограничивает высоту спекаемого слоя, производительность цеха и является сдерживающим фактором

увеличения расхода тонкозернистых концентратов [29, 30].

Одной из причин значительных колебаний влажности агломерационной шихты, оказывающих существенное влияние на окомкование и показатели спекания, является отсутствие динамической системы контроля и коррекции влажности, позволяющей оперативно реагировать на изменения свойств шихты, поступающей на окомкование. Регулировка же влажности шихты в ручном режиме осуществляется периодически и, главным образом, по данным о температуре в коллекторе, появляющимся через 15-20 минут от загрузки шихты на спекательные тележки. В таком режиме невозможно обеспечивать постоянство влажности и результатов окомкования, что и проявляется на стабильности показателей спекания.

Для снижения влияния колебаний влажности на показатели аглопроцесса необходимо автоматизировать корректировку влажности аглошихты, для чего требуется оборудовать тракт подачи воды на окомкование системой автоматического регулирования влажности [32].

На рисунке 2 показана функциональная схема системы автоматического регулирования влажности. За счет коррекции расхода воды на увлажнение, в зависимости от текущей влажности шихты, обеспечивается постоянство условий окомкования и газопроницаемости в процессе спекания, что позволяет стабилизировать температуру и разрежение в коллекторе при постоянной скорости аглоленты.

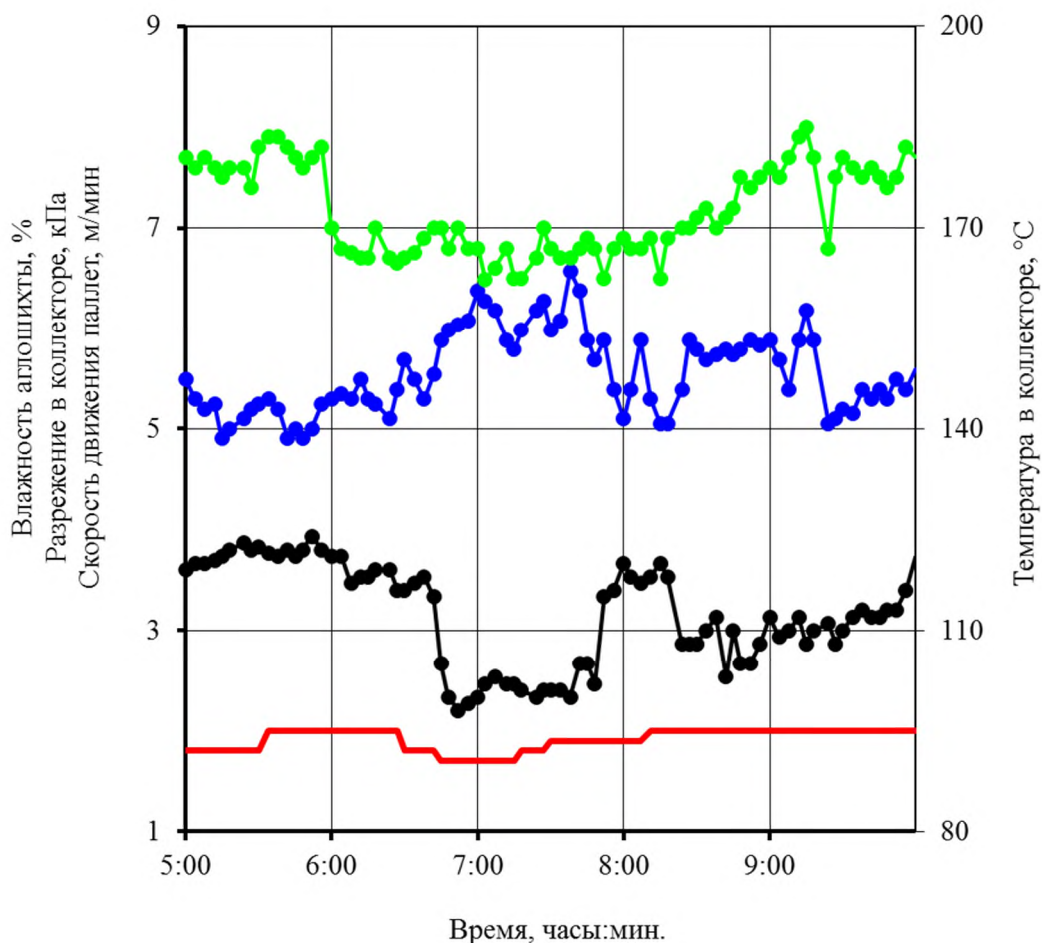


Рис.1. Динамика скорости движения спекательных тележек (—), разрезания (—) и температуры (—) в коллекторе в период колебания влажности (—) агломерационной шихты

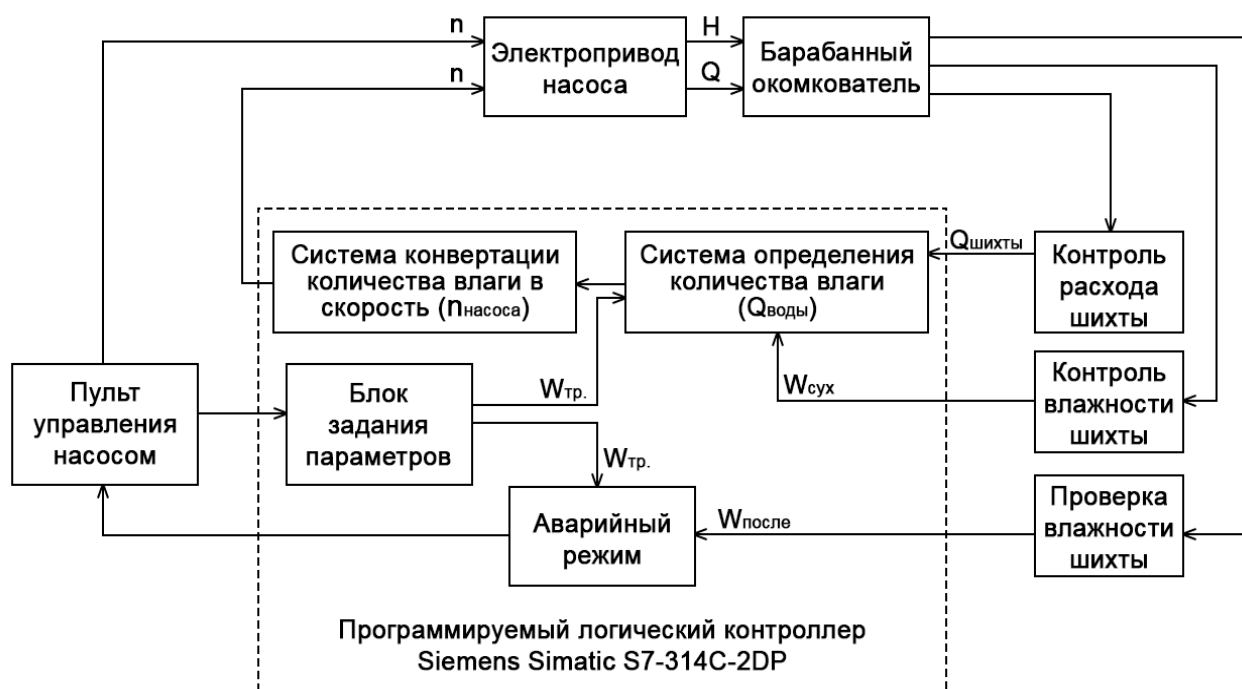


Рис. 2. Функциональная схема системы автоматического регулирования влажности

Контроль влажности шихты осуществляется на входе в барабан-окомкователь благодаря влагомеру ($W_{\text{сух}}$). На выходе из шихтового бункера определяется величина расхода шихты с помощью расходомера ($Q_{\text{шихты}}$). Оператору необходимо только перед началом выполнения процесса установить необходимый уровень влажности шихты ($W_{\text{тр}}$), который заносится через пульт управления. Далее, по известным входным параметрам шихты рассчитывается расход воды ($Q_{\text{воды}}$) и необходимый уровень вращения электродвигателя насоса ($n_{\text{насоса}}$).

При этом, на выходе окомкователя осуществляется проверка полученного уровня влажности шихты с помощью влагомера, который выдаёт значение ($W_{\text{после}}$). В случае, если наблюдаются расхождения в текущей и требуемой влажности агломерационной шихты на величину более $\pm 0,1\%$ (абс.) система рекомендует переход на ручное управление.

Внедрение системы автоматического регулирования влажности позволит стабилизировать качество агломерационной шихты, что обеспечит улучшение показателей агломерационного процесса и качества агломерата.

Заключение. Установлено, что нестабильная влажность агломерационной шихты ухудшает газопроницаемость спекаемого слоя и снижает показатели агломерационного процесса и качество агломерата. Причиной значительных колебаний влажности агломерационной шихты, оказывающих существенное влияние на окомкование и показатели спекания, является отсутствие динамической системы контроля и коррекции влажности, позволяющей оперативно реагировать на изменения свойств шихты, поступающей на окомкование.

Для повышения эффективности окомкования предложено автоматизировать процесс увлажнения агломерационной шихты. Разработана функциональная схема системы автоматического регулирования влажности, обеспечивающей поддержание оптимальной влажности агломерационной шихты. Внедрение системы автоматического регулирования влажности позволит стабилизировать качество агломерационной шихты, что обеспечит улучшение показателей агломерационного процесса и качества агломерата.

Литература

1. Коротич В.И., Фролов Ю.А., Бездежский Г.Н. Агломерация рудных материалов. Научное издание. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2003. – 400с.
2. Петрушов С. П. Современный агломерационный процесс: Монография – Алчевск: ДонГТУ, 2006 – 357 с
3. Фролов Ю.А. Агломерация: технология, теплотехника, управление, экология. – М.: Metallurgizdat, 2016 – 672 с.
4. Залозная Л.А., Шаповалов А.Н. Получение высококачественного агломерата в условиях агломерационного цеха ОАО «Уральская Сталь» (ОХМК) // Наука и производство Урала, 2006. №2. С.31-34.
5. Комендантова О.Н., Шаповалов А.Н. Влияния качества железорудных материалов на технико-экономические показатели работы доменной печи №4 ОХМК // Наука и производство Урала, 2006. №2. С. 36-43.
6. Крижевский А.З., Рудовский Г.И., Камышный Ю.А. Влияние гранулометрического состава спекаемой шихты на расход агломерационного топлива // Metallургическая и горнорудная промышленность, 1992. №1. С. 4-6.
7. Вегман Е.Ф. Теория и технология агломерации. – М.: Metallургия, 1974. – 288 с.
8. О механизме влияния крупности коксовой мелочи на агломерационный процесс / Ю.С. Карабасов, А.Н. Похвистнев, Е.Ф. Шкурко, В.С. Валавин // Известия вузов. Черная металлургия, 1975. №11. С. 22-26.
9. К вопросу о механизме горения твердого топлива при агломерации / А.Г. Михалевич, В.Г. Воскобойников, С.Б. Тен и др. // Сталь, 1980. №5. С. 357-359.
10. Сафарова А.Б., Шаповалов А.Н. Повышение качества кокса в условиях ОАО «Уральская сталь» // Наука и производство Урала, 2011. №7. С. 25-32.
11. Феоктистов А.В., Одинцов А.А. Повышение эффективности использования твердого топлива при двухслойной агломерации // Metallург, 2014. №6. С. 66-73.
12. Колесанов Ф.Ф., Хлопонин Н.С., Кривошеев В.Н. Совершенствование агломерационного процесса. – К.: Техника. 1983. – 110 с.

13. Берштейн Р.С., Базилевич С.В. Пути улучшения качества агломерата // *Металлург*, 1975. № 4. С. 10-13.
14. Коршиков Г.В., Пономарев В.Н., Невмержицкий Е.В. Влияние степени окомкования шихты и ее физических свойств на показатели процесса спекания. // *Сталь*, 1972. №11. С. 969-974.
15. Базилевич С.В. Интенсификация агломерационного процесса и улучшение качества агломерата при спекании тонкоизмельченных концентратов // *Бюллетень ЦНИИ ЧМ*, 1975. №24. С. 16-23.
16. Шаповалов А.Н., Заводяный А.В., Братковский Е.В. Применение серпентинитомагнезитов Халиловского месторождения в агломерационном производстве // *Известия вузов. Черная металлургия*. 2011. №3. С. 25-29.
17. Шаповалов А.Н., Титова И.А. Оптимизация технологии производства агломерата в условиях ОАО «Уральская сталь» // *Наука и производство Урала*, 2011. №7. С. 14-24.
18. Шаповалов А.Н., Овчинникова Е.В. Совершенствование технологии использования извести в аглопроизводстве в условиях ОАО «Уральская Сталь» // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования*, 2014. Т.1. С.88-92.
19. Shapovalov A.N., Ovchinnikova E.V., Gorbunov V.B. et al. The effect of the composition of magnesia flux on the sinter structure and properties. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 625 (2019) 012009
20. Овчинникова Е.В., Горбунов В.Б., Шаповалов А.Н. Эффективность применения Бакальских сидеритов при производстве магнезильного агломерата в условиях ОАО «Уральская Сталь» // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования*, 2015. Т.1. №1. С.133-137
21. Шаповалов А.Н., Зубов С.П., Майстренко Н.А., Берсенев И.С. Исследование эффективности использования извести при производстве агломерата АО «Уральская Сталь» // *Сталь*. 2017. № 6. С. 2-6.
22. Овчинникова Е.В., Горбунов В.Б., Шаповалов А.Н., Майстренко Н.А., Берсенев И.С. Экспериментальные исследования магнезильных агломератов с использованием флюса на основе силиката магния // *Сталь*. 2018. № 1. С. 2-5.
23. Шаповалов А.Н., Овчинникова Е.В., Майстренко Н.А. Влияние вида магнезильных материалов на показатели агломерационного процесса в условиях АО «Уральская Сталь» // *Черные металлы*, 2018. №11(1043). С.38-42.
24. Шаповалов А.Н., Овчинникова Е.В., Горбунов В.Б. Использование магнезильных флюсов Халиловского месторождения при производстве агломерата // *Известия Высших Учебных Заведений. Черная Металлургия*, 2019. Т. 62. № 7. С. 548-556.
25. Майстренко Н.А., Овчинникова Е.В., Шаповалов А.Н., Берсенев И.С. Повышение эффективности процесса агломерации при окомковании шихты с использованием ПАВ // *Сталь*, 2016. № 1. С.12-15.
26. A.N. Shapovalov, R.R. Dema, S.P. Nefedyev, Efficiency Improvement of Sintering as a Result of Surface-Active Substance Use in Pelletizing at the JSC "Ural Steel", *Materials Science Forum*, 2016. Vol. 870, pp 507-515.
27. Shapovalov A.N., Dema R.R., Nefedyev S.P. et al. Application of new surfactants sintering agglomerate. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 2017. Т. 52. № 5. С. 1008-1016.
28. Овчинникова Е.В., Майстренко Н.А., Шаповалов А.Н. Промышленные испытания технологии использования поверхностно-активного вещества при окомковании аглошихты // *Машиностроение: сетевой электронный научный журнал*, 2015. Том.3, № 1. С. 3-12.
29. Шаповалов А.Н., Овчинникова Е.В., Майстренко Н.А. Качество подготовки агломерационной шихты к спеканию в условиях ОАО «Уральская сталь» // *Теория и технология металлургического производства*, 2014. №1(14). С. 6-9.
30. Шаповалов А.Н., Овчинникова Е.В., Майстренко Н.А. Повышение качества подготовки агломерационной шихты к спеканию в условиях ОАО «Уральская Сталь» // *Металлург*, 2015. № 3. С. 30-36.
31. Панычев А.А., Никонова А.П. Оптимизация технологических параметров на основе математических моделей при агломерации михайловских и лебединских концентратов // *Металлург*, 2008. № 10. С. 46-51.
32. Лицин К.В., Шаповалов А.Н. Повышение эффективности аглопроцесса в результате автоматизации режима увлажнения

нения аглошихты при окомковании // Автоматизированные технологии и про-

изводства, 2015. №3(9). С. 27-30.

Сведения об авторах

Фукс Александр Юрьевич, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». E-mail: ayf181073@mail.ru

Гавриш Петр Владимирович, старший преподаватель кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8. E-mail: mtntfmsis@yandex.ru

УДК 621.771.63

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛОСЫ НА СТАНЕ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

Дема Р.Р., Харченко М.В., Гудкова А.М.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье проведен анализ теплового состояния полосы на стане 2000 горячей прокатки, рассмотрены методики по улучшению качества ламинарного охлаждения полосы. Предложено решение проблемы, путем применения новых моделей двухрядных U-образных коллекторов.

Ключевые слова: горячая прокатка, горячекатаный прокат, ламинарное охлаждение, тепловое состояние полосы.

Горячая прокатка стали на данный момент является одним из наиболее популярных технологических процессов в черной металлургии, позволяющим получать большое количество как полуфабрикатов, так и конечной продукции для дальнейшей их переработки в промышленности. Наибольшее количество продукции в составе горячего проката у широкополосного стана горячей прокатки (ШСГП). Разработка оборудования с заданными механическими свойствами является одним из основных требований технологии горячей прокатки [1].

Современные широкополосные станы горячей прокатки, действующие как в России, так и за рубежом, представляют собой непрерывные многоклетевые станы (13-15 клетей вместе с окалиноломателями). Стан 2000 горячей прокатки конструкции НКМЗ предназначен для непрерывной прокатки полос со скоростью 20 м/с, шириной 900-1850 мм и толщиной 1,2-1,6 мм из непрерывнолитого сляба толщиной 250 мм [2]. Получение высококачественной горячекатаной листовой стали достигается в результате оптимального сочетания температурно-скоростных режи-

мов прокатки. Особенно важны температурные условия полосы на участке смотки ее в рулон, которые существенно влияют на прочность, пластические свойства и микроструктуру по длине, ширине полосы, снижает ударную вязкость.

С целью поддержания оптимальной рабочей температуры полосы её в процессе прокатки подвергают нормированному и ускоренному охлаждению. Результатом является предупреждение роста ферритных зерен, а также самоотжига металла в рулоне. Более того, обеспечивается выравнивание по сечению проката механических свойств, что позволяет повышать механические свойства металла в прокате, то есть полосы с повышенной прочностью [3].

Одной из проблем обеспечения стабильных механических свойств горячекатаного проката, производимого на ШСГП 2000 ПАО «ММК» является неэффективное ламинарное охлаждение полосы, что связано с рядом конструктивных недостатков коллекторов, в том числе быстрый выход из строя форсунок. Поэтому в данной работе выполнен анализ теплового состояния

полосы на стане 2000 горячей прокатки, рассмотрены методики по улучшению качества ламинарного охлаждения полосы.

Стан 2000 горячей прокатки ПАО «ММК» оснащен системой ламинарного охлаждения полосы (СЛОП), способной подавать на полосы необходимое количество охлаждающей жидкости для поддержания теплового режима. Совершенствование конструкции и правильная настройка системы ламинарного охлаждения горячекатаной полосы в зависимости от сортамента прокатываемой продукции позволит предприятию достичь поддержания соответствующего теплового режима по длине и ширине горячекатаной полосы [4].

Основная задача СЛОП – обеспечить охлаждение проката с заданной скоростью до требуемой температуры, исключив его коробление. При этом современные требования к точности регулирования температуры и ее стабильности по длине раската могут быть выполнены только при условии автоматического управления работой СЛОП.

На СЛОП № 1 стана 2000 ПАО «ММК» была проведена визуальная и инструментальная оценка состояния верхних и нижних коллекторов.

Схема текущего расположения коллекторов в СЛОП № 1 представлена на рис. 1.

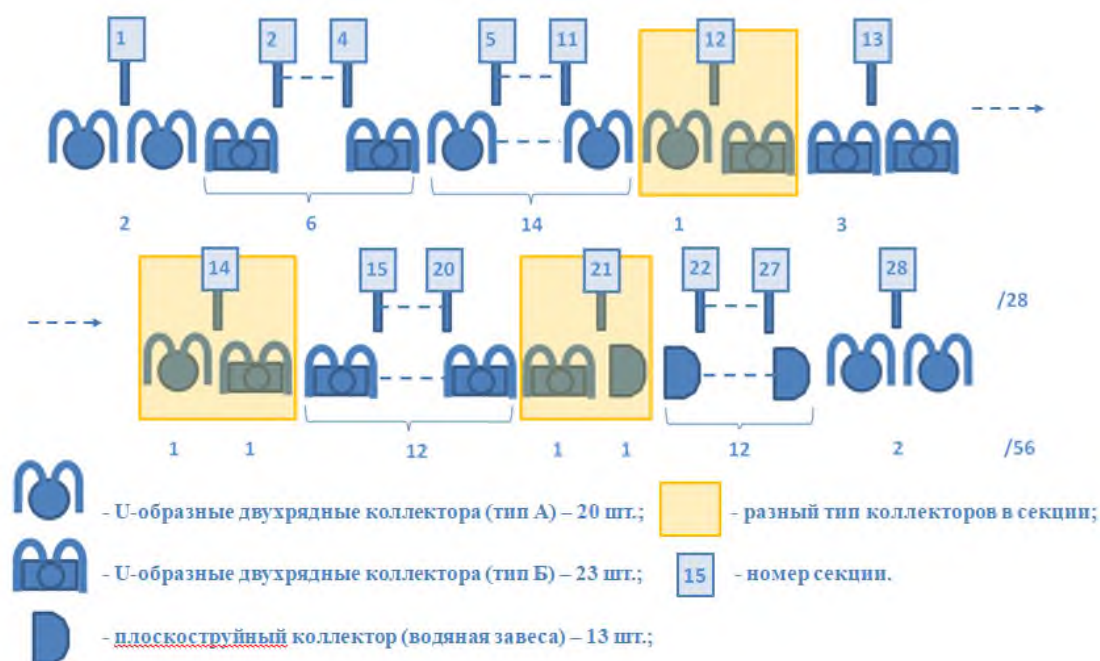


Рисунок 1 – Текущая схемы расположения коллекторов

Ниже приведены основные технические недостатки действующих коллекторов ламинарного охлаждения:

- разное количество сифонов охлаждения в ряду у верхних коллекторов типа А и типа Б;
- нарушение плоскости в направлениях падения струй;
- нарушение герметичности корпуса коллекторов типа Б и плоскоструйных коллекторов (коррозионные или механические повреждения);
- существенные механические повреждения сифонов коллекторов (тип А);
- частичное или полное зарастание отложениями концов сифонов коллектора (тип Б);

- отсутствие ламинарного потока в работе плоскоструйных коллекторов;
- отсутствие ламинарного потока в работе двухрядных коллекторов (тип Б);
- нарушения в работе нижних коллекторов;
- предельное техническое состояние нижних коллекторов;
- разные крепления коллекторов типа А, Б и коллекторов плоскоструйного типа;
- повышенная температура коллекторов при простое СЛОП № 1 в процессе прокатки.

Выявленные недостатки в техническом состоянии коллекторов СЛОП № 1 могут существенно влиять на качество охлаждаемой полосы. Поэтому приоритетной задачей, решаемой в работе является усовершенство-

вание конструкции коллекторов, и настройка системы ламинарного охлаждения, а также управление ей.

На основе данных, полученных при обследовании и анализе технологического процесса ламинарного охлаждения стана 2000 г.п., а также геометрических особенностей первого участка линии ламинарного охлаждения предлагаем три возможные схемы расположения коллекторов новой конструкции (рисунок 2).

Преимущества схемы 1 (без однорядных коллекторов):

- соответствие технологической инструкции стана (ТИ) по расходу воды в секциях;
- наиболее высокая точность прогноза температуры смотки (Тсм);
- более равномерное охлаждение по длине и толщине полосы;
- взаимозаменяемость коллекторов при обслуживании системы охлаждения;
- сохранение или несущественные изменения в рекомендованных схемах ламинарного охлаждения.

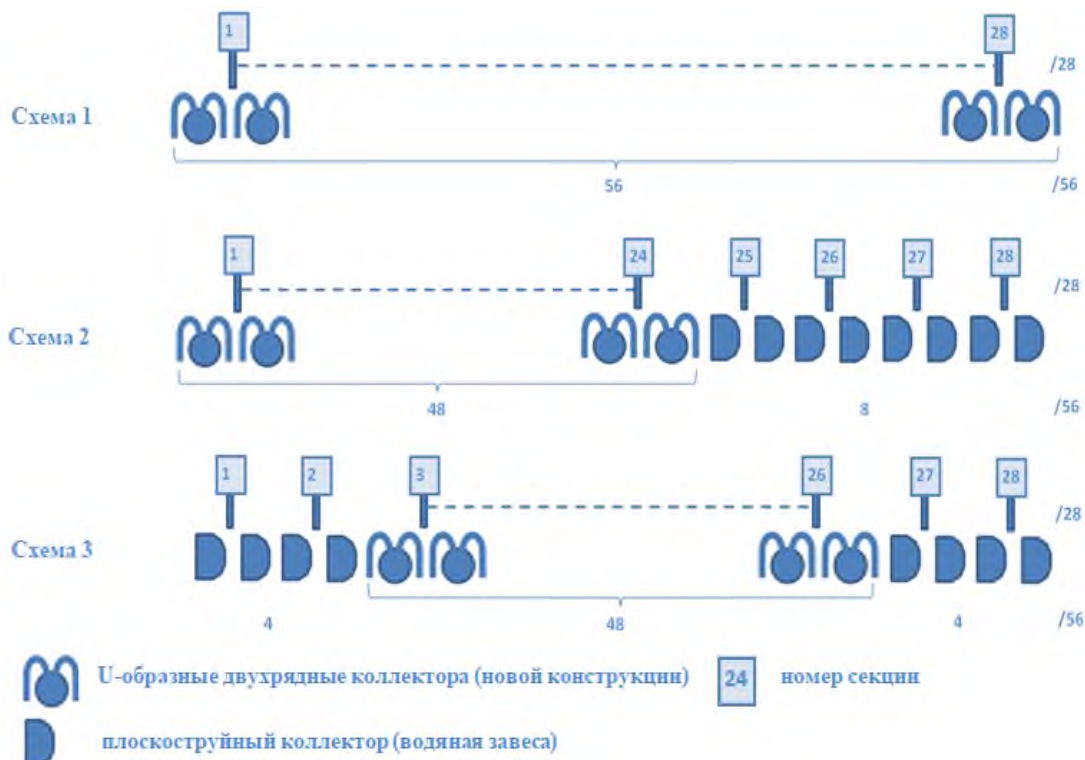


Рисунок 2 – Возможные схемы расположения коллекторов

Недостатки схемы 1:

- менее равномерное поперечное охлаждение поверхности полосы;
- ограниченность диапазона рабочих температур $T_{кп} - T_{см}$.

Преимущества схемы 2 (однорядные коллектора в конце СЛОП 8 штук):

- высокий диапазон рабочих температур $T_{кп} - T_{см}$;
- равномерное поперечное охлаждение поверхности полосы.

Недостатки схемы 2:

- несоответствие ТИ стана по секционному расходу воды;
- возможны существенные изменения в рекомендованных схемах ламинарного охлаждения;

- неравномерность охлаждения по длине и толщине полосы.

Преимущества схемы 3 (однорядные коллектора в начале СЛОП 4 и в конце 4 штуки):

- наибольший диапазон рабочих температур $T_{кп} - T_{см}$;
- наиболее равномерное поперечное охлаждение поверхности полосы.

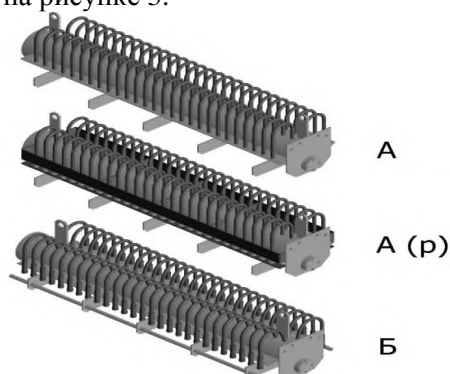
Недостатки схемы 3:

- несоответствие ТИ стана по секционному расходу воды;
- необходимы существенные изменения в рекомендованных схемах ламинарного охлаждения;
- менее равномерное охлаждение по длине и толщине полосы.

На основе проведенного анализа технического состояния верхних коллекторов и

технологического процесса охлаждения полосы на СЛОП № 1 стана 2000 предлагаем изменить конструкцию U-образных двухрядных коллекторов.

Модель новых коллекторов представлена на рисунке 3.



А – классический коллектор;

А (р) – коллектор с радиатором;

Б – коллектор с фторопластовыми вставками
Рисунок 3 – Модель новых U-образных двухрядных коллекторов

Основными особенностями новых коллекторов являются:

- уменьшение количества сифонов (трубок) по сравнению с действующими коллекторами типа Б (до 53). Увеличение внутреннего диаметра сифонов (до 19 мм). Данное решение позволит уменьшить вероятность забивания сифонов, а также упростит техническое обслуживание коллектора. Выбор количества сифонов в коллекторе и значения внутреннего диаметра сифонов проведен исходя из положения о сохранении общего расхода воды в СЛОП № 1;

- в области выходных отверстий сифонов коллектора добавлены вставки из фторопласта, защищенные кожухами из нержавеющей стали. Целью такого решения является снижение температуры на внутренней поверхности концевых участков сифонов и возможность замены вставок вместо очистки сифонов от отложений. Также фторопласт-4 является материалом, стойким к воздействию агрессивных сред, что должно снизить коли-

чество отложений на внутренних стенках сифонов;

- увеличено количество пластин-отбойников в нижней части коллектора для предотвращения повреждения сифонов при возможных ударах снизу;

- добавлены дополнительные защитные трубки, установленные в отверстия отбойников для защиты сифонов от возможных боковых ударов;

- пластина для крепежа концов сифонов к корпусу коллектора имеет посадочные места, что позволит позиционировать их более точно на этапе сварки конструкции и обеспечит истечение струй в одной плоскости [5].

Совершенствование конструкции и правильная настройка системы ламинарного охлаждения горячекатаной полосы в зависимости от сортамента прокатываемой продукции позволит предприятию достичь поддержания соответствующего теплового режима по длине и ширине горячекатаной полосы [3].

Литература

1. Водеников В.А. Система охлаждения рабочих валков чистой группы клетей стана 2000 горячей прокатки ЛПЦ-10 ММК. – М.: Екатеринбург, 2009. – 74 с.
2. Ускоренное охлаждение полос. – URL: <http://www.pereosnastka.ru> (дата обращения 23.05.2022)
3. Производства стали. – URL: <http://www.metalspace.ru> (дата обращения 23.05.2022)
4. Кухлинг Х. Справочник по физике. – М.: Мир, 1982. – 519 с.
5. Системы регулируемого охлаждения полосы на отводящем рольганге станов горячей прокатки. – М.: Черметинформации, 1978. – 28 с.

Сведения об авторах

Дема Роман Рафаэлевич, д.т.н., доцент, профессор кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: demarr78@mail.ru

Харченко Максим Викторович, к.т.н., доцент, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: kharchenko.mv@bk.ru

Гудкова Алина Михайловна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

УДК 622.74

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОКСОВЫХ ГРОХОТОВ ДОМЕННОГО ЦЕХА

Мадатов Р.Р.

АО «Уральская Сталь», г. Новотроицк

Аннотация. Рассмотрены вопросы модернизации коксовых грохотов доменного цеха. Предложено изменить диаметр отверстий и материал верхних сит, заменить электрический двигатель и муфту привода, увеличить просеивающую поверхность грохотов.

Ключевые слова: грохот, грохочение, просеивающая поверхность, кокс, доменный цех.

Известно, что классификация твердого сырья по крупности в циклах дробления в большинстве случаев производится разделением его на просеивающих поверхностях грохотов, а повысить технико-экономические показатели доменной плавки можно, в том числе, с помощью улучшения гранулометрического состава кокса за счет отсева фракции +60 мм и его додраблывания [1].

В доменном цехе предприятия установлены коксовые вибрационные грохоты, привод которых осуществляется от электрического двигателя мощностью 30 кВт, частотой вращения 980 об/мин (рис. 1).



Рис. 1 – Коксовый грохот до модернизации

Короб грохота содержит установленные друг под другом сита с диаметрами отверстий 70 мм и 30 мм.

Недостатками коксовых грохотов доменного цеха предприятия являются их недостаточная производительность и малый срок службы сит, а также использование в конструкции коксовых грохотов устаревшего (электродвигатель) и нестандартного (муфта привода) оборудования.

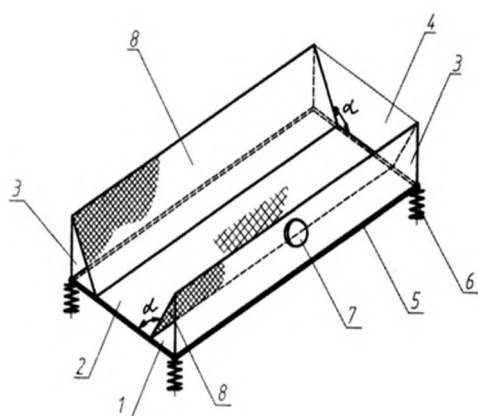
Модернизация доменных печей № 2 и 3 предприятия потребовала повышения производительности и надежности коксовых грохотов доменного цеха.

Просеивающие поверхности (сита) являются основным рабочим органом грохотов, через которые осуществляется разделение по классам крупности [2-5]. Повысить производительность грохота и интенсифицировать процесс грохочения можно либо применив волнистые в продольной плоскости просеивающие поверхности с увеличенной на 15-25 % их суммарной площадью [5], либо увеличить суммарную просеивающую поверхность в конструкции грохота по-другому расположив сита.

На основании анализа «узких» мест в конструкции грохота, анализа более 200 авторских свидетельств СССР и патентов Российской Федерации, а также других источников информации, размещенной в открытом доступе были выбраны следующие направления его модернизации:

- замена верхних сит с диаметрами отверстий 70 мм на сита с диаметрами отверстий 60 мм;
- замена материала сит;
- замена электрического двигателя;
- замена муфты привода;
- увеличение просеивающей поверхности грохота за счет изменения расположения сит в его конструкции.

Предложено в конструкцию грохота ввести наклонные боковые рабочие поверхности, выполняющие функцию просеивания, сближающиеся в направлении днища [6]. Внутренний угол рабочих поверхностей с плоскостью днища образует угол 110-135° (рис. 2, 3). Такая конструкция виброгрохота позволяет с высокой эффективностью выполнять операции по разделению сырья в толстом слое материала и значительно повысить удельную производительность грохота. Эффект такого технического решения основан на снижении уровня трения скольжения и внутреннего трения сыпучего сырья, при уменьшении в полидисперсной смеси содержания мелкой фракции.



1 – короб; 2 – днища; 3 – борта; 4 – торцевая стенка; 5 – несущая рама; 6 – упругие опоры; 7 – вибропривод; 8 – наклонные просеивающие поверхности

Рис. 2 – Схема вибрационного грохота [6]

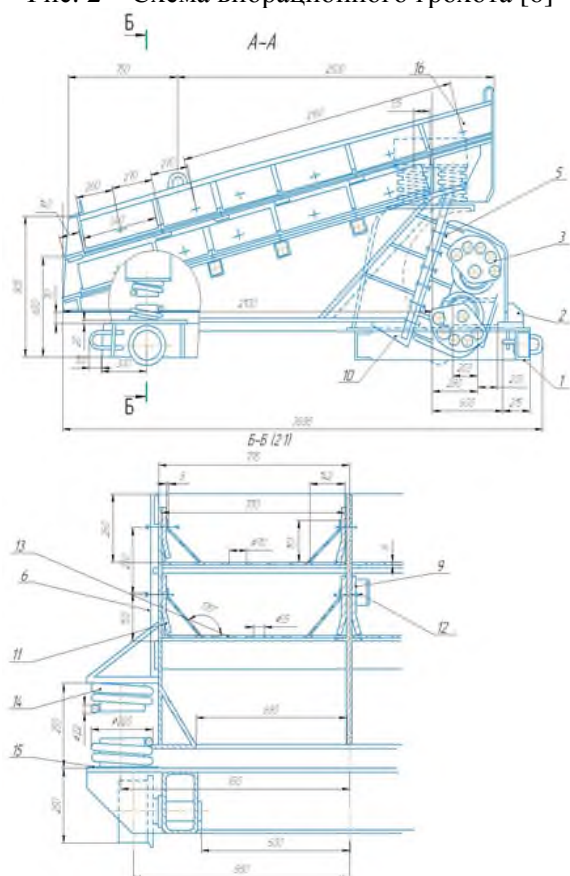


Рис. 3 – Коксовый грохот после модернизации

Применение наклонных боковых просеивающих поверхностей позволяет умень-

Сведения об авторах

Мадатов Ринат Равилевич, АО «Уральская Сталь», 462353, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Заводская, д. 1. E-mail: rin-2000@mail.ru

шить толщину слоев в зонах, сужающихся к днищу лотка. Толщина насыпного слоя, которая забивается по краям сит, по мере соударений о продольные плоскости уменьшается, тем самым увеличивая эффективность грохочения.

Также можно повысить надежность работы коксового грохота заменив металлические сита из углеродистой стали Ст3 на сита, изготовленные из легированных износостойких сталей (например, из нержавеющей стали 12Х18Н9Т) или синтетических материалов, тем самым повысив срок их эксплуатации.

В результате модернизации увеличатся производительность и надежность коксовых грохотов, снизятся затраты на их техническое обслуживание и ремонты.

Литература

1. Анализ показателей и условий улучшения работы доменного цеха АО «Уральская Сталь» / Д.Р. Ганин, В.Г. Дружков, А.А. Панычев, А.Ю. Фукс // Черная металлургия. Бюллетень научнотехнической и экономической информации. 2018. № 10 (1426). С. 67-74.
2. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра. 1980. - 415 с.
3. Вайсберг Л.А., Картавый А.Н., Коровников А.Н. Просеивающие поверхности грохотов. Конструкции, материалы, опыт применения. - СПб.: ВСЕГЕИ. 2004. - 252 с.
4. Вайсберг Л.А., Рубисов Д.Г. Вибрационное грохочение сыпучих материалов. - СПб.: Механобр. 1994. - 46 с.
5. Вайсберг Л.А. Основы геометаллургии / Л.А. Вайсберг, О.В. Кононов, И.Д. Устинов. - СПб.: Русская коллекция. 2020. - 376 с.
6. Патент RU 2616042 С1, МПК В07В 1/40, В07В 1/46. Вибрационный грохот / Л.А. Вайсберг, Т.М. Балдаева, К.С. Иванов, А.Н. Коровников, В.А. Трофимов, И.Д. Устинов. - № 2016104980; заявл. 15.02.2016; опубл. 12.04.2017. Бюл. 11.

УДК 621.78

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА

Нефедьев С.П., Харченко М.В., Амиров Р.Н.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье, на примере листового проката из стали марки 12Г2СБ, выполнен анализ отсортировки по дефекту режимов «несоответствие механических свойств», установлены причины повышенной отсортировки и предложены мероприятия по совершенствованию технологии термической обработки.

Ключевые слова: термическая обработка, предел прочности, предел текучести, ударная вязкость.

Эффективность листопрокатного производства определяется не только производительностью основного оборудования, но, прежде всего, получением продукции соответствующего качества. Одним из основных критериев качества является получение требуемых механических свойств, определяющих эксплуатационные характеристики изделия. Достижение комплекса механических свойств также представляет собой многофакторную задачу, зависящую от качества исходной заготовки, химического состава стали, режимов термомеханической и термической обработки.

Финишной операцией производства листового проката является термическая обработка, от режима проведения которой зависит достижение или не достижения требуемых механических, вязких и технологических свойств.

В работе, на примере листового проката из стали марки 12Г2СБ, выполнен анализ отсортировки по дефекту режимов «несоответствие механических свойств», установлены причины повышенной отсортировки и предложены мероприятия по совершенствованию технологии термической обработки.

Листовой прокат из низколегированной стали марки 12Г2СБ, предназначен для изготовления электросварных прямошовных труб диаметром 530-1220 мм (для магистральных газопроводов, нефтепроводов, нефтепродуктопроводов с рабочим давлением до 7,4 МПа) и производится на толстолистовых станах горячей прокатки методом контролируемой прокатки (КП) и контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением (КП+УКО). При получении неудовлетворительных результатов механических испыта-

ний в состоянии после КП или после КП+УКО листовой прокат подвергали исправляющей термообработке.

После завершения реконструкции линии стана «2800» было прокатано и испытано 44 партии листового проката толщиной 12 мм методом контролируемой прокатки и 8 партий методом контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением. Из них 13 партий (29,5%) после КП и 4 партии (50,0%) после КП+УКО имели неудовлетворительный уровень механических свойств (заниженные значения временного сопротивления разрыву, ударной вязкости KCV^{-20} , количества вязкой составляющей в изломе образцов ИПГ-20).

Количество образцов с неудовлетворительными результатами механических испытаний листового проката стали марки 12Г2СБ толщиной 12 мм после контролируемой прокатки и контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением за 2008 год приведено в таблице 1.

Листовой прокат стали марки 12Г2СБ с неудовлетворительными результатами механических испытаний (заниженные значения временного сопротивления разрыву, ударной вязкости KCV^{-20} , количества вязкой составляющей в изломе образцов ИПГ⁻²⁰) после КП и КП+УКО на термическом участке листопрокатного цеха (ЛПЦ) подвергали исправляющей термообработке – закалке с форсированным отпускком. Режимы исправляющей термической обработки назначали в зависимости от результатов механических испытаний в состоянии после КП или после КП+УКО (таблица 2).

Таблица 1 - Количество образцов с неудовлетворительными результатами механических испытаний листового проката стали марки 12Г2СБ толщиной 12мм

Состояние поставки	Кол-во неудовлетворительных результатов испытаний					
	Вр. сопротивление (σ_b) по ГОСТ 1497-84, Н/мм ²		Ударная вязкость (KCV ⁻²⁰), МДж/м ²		Количество вязкой составляющей в изломе образцов для ИПГ ⁻²⁰ , %	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
КП	29	29,9	-	-	5	2,9
КП+УКО	3	5,4	4	8,3	20	62,5
Итого	32	20,5	4	1,2	25	12,4

Таблица 2 – Режимы исправляющей термической обработки «Закалка + форсированный отпуск»

Закалка	
- температура металла на выходе из роликовой печи, °С	930-940
- скорость нагрева, мм/мин	2.0
массовый расход воды, подаваемой к брызгалам закалочного пресса, не менее, т/ч	2000
Форсированный отпуск:	
- температура металла на выходе из печи, °С	660-720
- температура 7-10 зон печи, °С	800-820 830-840 860-880

За период 6 месяцев исправляющей термической обработке было подвергнуто 393т листового проката стали марки 12Г2СБ толщиной 12мм. Количество первично и повторно термообработанного листового проката стали марки 12Г2СБ за данный период приведено в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что выход годного после первой исправляющей термообработки составлял 18,694. Листовой прокат стали марки 12Г2СБ в количестве 81,4 % подвергался повторной термообработке. Поэтому возникла необходимость совершенствования режимов исправляющей термической обработки листового проката стали марки 12Г2СБ с неудовлетворительным уровнем механических, вязких и технологических свойств в состоянии после контролируемой прокатки и контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением, в частности, рассчитать температуру металла на выходе из роликовой печи и температуру контрольных зон роликовой печи при форсированном отпуске закаленных листов, обеспечивающие нормируемый ТУ 14-1-5477 уровень механических и вязких свойств листового проката.

При проведении исследований применили метод корреляционного анализа. Информационный массив составляли по резуль-

татам первичных испытаний термообработанного проката стали марки 12Г2СБ.

Расчет статистических зависимостей механических и вязких свойств листового проката стали марки 12Г2СБ от коэффициента химического состава, температуры контрольных зон роликовой печи, а также температуры металла на выходе из печи провели по программе «КОМПЛЕКС». Полученные уравнения регрессии использовали для прогнозирования механических свойств с вероятностью обеспечения 0,85.

По полученным уравнениям рассчитали приёмочные значения температуры металла на выходе из роликовой печи листового проката стали марки 12Г2СБ в зависимости от величины коэффициента химического состава и температуры контрольных зон печи при проведении исправляющей термообработки — закалки с форсированным отпуском, гарантирующей обеспечение уровня прочностных, пластических и вязких свойств (таблица 4).

С учетом того, что критическая точка Ас3 стали марки 12Г2СБ составляет 720°С, температура металла при форсированном отпуске не может быть больше 740°С, скорректировав приемочные значения температуры металла и контрольных зон печи при фор-

сированном отпуске закаленных листов стали марки 12Г2СБ толщиной 12мм (таблица 5).

Таблица 3 – Количество первично и повторно термообработанного листового проката

Марка стали	Состояние поставки	Первичная термообработка		Повторная термообработка	
		т	%	т	%
12Г2СБ	КП	393	100	320	81,4
	КП+УКО				

Таблица 4 — Приёмочные значения температуры металла на выходе из роликовой печи при проведении форсированного отпуска закаленного листового проката стали марки 12Г2СБ толщиной 12мм

Величина коэффициента химического состава,	Температура металла Т _м на выходе из печи, °С, не менее					
	Температура 7-10 зон роликовой печи, °С					
	800-820	820-840	840-860	880-900	890-910	900-920
0,36					760	770
0,37				740	770	780
0,38			730	750	780	
0,39		725	740	760	800	
0,40	720	740	760	780		

Таблица 5 - Скорректированные приемочные значения температуры металла и контрольных зон печи при форсированном отпуске закаленных листов стали марки 12Г2СБ толщиной 12мм

Величина коэффициента химического состава,	Температура металла (Т _м) на выходе из печи, °С			
	Температура 7-10 зон роликовой печи, °С			
	800-820	820-840	840-860	880-900
0,37				740
0,38			730	
0,39		730	740	
0,40	720	740		

Таким образом, при получении в состоянии после КП или КП+УКО заниженных значений предела текучести, временного сопротивления разрыву, ударной вязкости, количества вязкой составляющей в изломе образцов ИПГ-20 для обеспечения нормируемого ТУ 14-1-5477 комплекса механических и вязких свойств листовой прокат толщиной 12мм стали марки 12Г2СБ при коэффициенте химического состава плавки от 0,37 до 0,41 листовой прокат необходимо подвергать исправляющей термической обработке — термоулучшению (закалка + форсированный отпуск) по режимам, представленным в таблице. 6.

Таблица 6 – Оптимизированные режимы исправляющей термической обработки

Закалка	
Температура металла на выходе из роликовой печи, °С	930-940
Скорость нагрева, ммин	2.0
Массовый расход воды, подаваемой к брызгалам закалочного пресса, не менее, т/ч	2000.
Форсированный отпуск: назначать в зависимости от коэффициента химического состава плавки в соответствии с таблицей 5	

Разработанные рекомендации необходимо проверить в промышленных условиях и при получении положительных результатов включить в действующую документацию.

Литература

1. Гуляев В.П. Металловедение. – Металлургия, 1986.
2. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. – М.: Металлургия, 1984.
3. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. – М.: Металлургия, 1986.
4. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. – М.: Металлургия, 1983.
5. Бернштейн М.Л., Займовский В.Л., Капуткина Л.М. Термомеханическая обработка стали. – М.: Металлургия, 1983 – 480с.

Сведения об авторах

Нефедьев Сергей Павлович, к.т.н., доцент, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: sergeyнефедьев@gmail.com

Харченко Максим Викторович, к.т.н., доцент, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: kharchenko.mv@bk.ru

Амиров Руслан Низамиевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: ruslan246@mail.ru

УДК 662.741.3.022

ТЕХНОЛОГИЯ РЕКТИФИКАЦИИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ

Алексеев Д.И., Дорохова В.А.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье предложена реализация процесса ректификации каменноугольной смолы – побочного продукта коксохимического производства. Рассчитаны параметры огневой печи для нагрева и переработки смолы по одноколонной схеме.

Ключевые слова: смола, ректификация смолы, огневая печь, фракции смолы, пек.

В процессе коксования выделяется сырой коксовый газ, надсмольная вода, а также в газосборнике образуется смола (рис. 1), которая после дешламации и первичного отстаивания от воды отправляется в цех ректификации смолы для извлечения ценных фракций [1-4].

На рисунке 2 представлен цех переработки смолы, который функционирует на «Магнитогорском металлургическом комбинате» (ПАО «ММК»). Такой же цех можно реализовать и на АО «Уральская сталь».



Рис. 1 – Каменноугольная смола



Рис. 2 – Цех ректификации смолы ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат»

Качество смолы характеризуется плотностью, выходом фракции, содержанием фенолов, нафталина, а также содержанием веществ, не растворимых в толуоле, содержанием воды. Параметры качества смолы должны удовлетворять нормированным значениям для получения качественных фракций разгонки каменноугольной смолы (табл. 1).

Табл. 1. Показатели качества каменноугольной смолы, требуемые для реализации процесса ректификации

Параметры	Показатели
Плотность при 20 °С, кг/м ³	1150-1177 (не более 1200-1220)
Содержание воды, %	3-4
Содержание (% от безводной смолы):	
Веществ, не растворимых в толуоле	8-7,1
фенолов	1,84-2,10
нафталина	7,25-10,50
антрацена (сырого)	4,5-5,6
пиридиновых оснований	1,11-1,20

Основными компонентами высокотемпературной смолы являются фенол, нафталин, антрацен, хризен, индол, карбазол [2-3].

Рассмотрим работу одноколонной схемы ректификации смолы (рис. 3), которая реализована на ПАО «ММК».

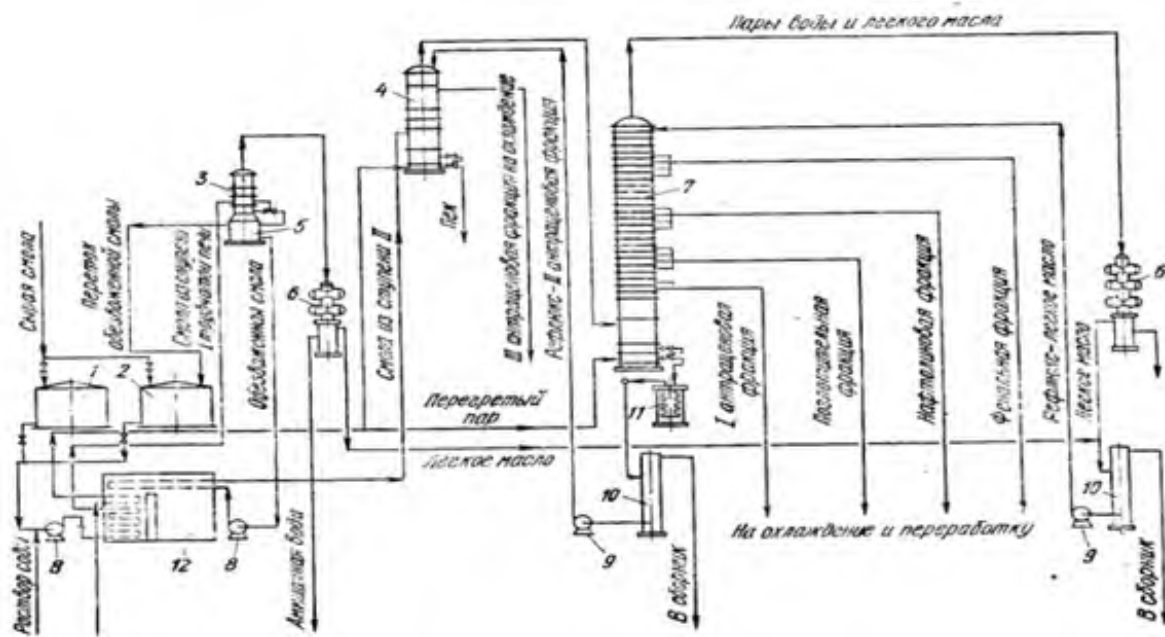


Рис. 3 – Схема ректификации каменноугольной смолы с одной колонной

1 – хранилище сырой смолы; 2 – хранилище обезвоженной смолы; 3 – испаритель I ступени; 4 – испаритель II ступени; 5 – сборник обезвоженной смолы; 6 – конденсатор-сепаратор; 7 – ректификационная колонна; 8 – сырьевые насосы; 9 – рефлюксные насосы; 10 – рефлюксные баки; 11 – холодильники; 12 – трубчатая печь

Сырая смола подается в трубчатую печь 12, где нагревается до температуры 125-135 °С, при этом происходит процесс обезвоживания. Из печи 12 подогретая смола переходит в испаритель первой ступени. Пары масла и воды из испарителя 3 поступают в

конденсатор 6, где конденсируются и испаряются.

Обезвоженная смола подается в печь 12, где нагревается до 405 °С и отправляется в испаритель второй ступени 4. Смола разделяется на жидкий остаток, пек и пары всех

фракций. Пек – готовый товарный продукт, который дополнительно может пройти процесс окисления в кубах-реакторах (на схеме кубы-реакторы не показаны, рис. 3). Из испарителя второй ступени 4 в жидком виде отбирается II антраценовая фракция на охлаждение.

Пары остальных фракций с температурой до 350 °С, поступают в ректификационную колонну 7. В ректификационной колонне в жидком виде отбираются фракции – I антраценовая, поглотительная, нафталиновая и фенольная, далее они самотеком стекают на охлаждение и переработку и отводятся в сборник фракций. Через гидрозатвор выводится II антраценовая фракция, которая поступает в холодильник 11, охлаждается и поступает в рефлюксный бачок 10, часть масла поступает на орошение в испаритель второй ступени 4, остальная часть в сборник. Пары воды и легкого масла поступают в конденсатор-сепаратор 6, охлаждаются и разделяются на воду и легкую фракцию. Легкое масло по-

ступает в рефлюксный бачок 10, из которого часть масла направляется на орошение, а избыток масла поступает в сборник [5-9].

Самым легко реализуемым продуктом является пек. Пек является связующей добавкой при производстве углеграфитовых материалов. Например, пек востребован компанией «Русал», российским производителем алюминия, при производстве электродов для электролизёров.

Также ценным компонентом является технический нафталин, который возможно получить из нафталиновой фракции, но для этого требуется реализация дополнительного цеха ректификации нафталина. Остальные фракции менее востребованы на рынке, их стоимость продажи невысока.

В данной работе были рассчитаны параметры трубчатой печи 12 для условий АО «Уральская сталь». Исходные данные для расчёта были следующими: массовый объём переработки смолы (50 тыс. тонн в год) и состав сухого коксового газа (табл. 2).

Табл. 2. Состав сухого коксового газа, принятый в расчётах

CO ₂	CmHn	O ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂	Итого:
1,92	2,24	0,58	5,03	26,62	61,43	2,18	100

В результате расчётов были найдены параметры печи для нагрева смолы в условиях АО «Уральская сталь» (табл. 3).

Табл. 3. Рассчитанные параметры огневой печи

Параметры	Значение
Общий расход тепла	2527828 ккал/час
Расход сухого коксового газа	588 м ³ /час
Объём воздуха	5,69 м ³ / м ³
Длина труб	8,1 м
Толщина стенок	8 мм
Внешний диаметр труб	0,102 м
Внутренний диаметр труб	0,086 м
Поверхность одной трубы	2,59 м ²
Радиантная поверхность	122 м ²
Потолочный экран	38 труб

Таким образом, рассчитаны такие основные параметры трубчатой печи, как объ-

ём сухого коксового газа, необходимого для разгонки смолы, объём воздуха на горение, площади поверхностей нагрева. Данные результаты позволяют выбрать одну из промышленных печей огневого подогрева, предлагаемых промышленностью.

Литература

1. Лазорин С.Н., Скрипник Е.А. Каменноугольная смола. Получение и переработка. – М.: Металлургия. 1985. – 118 с.
2. Чистяков А.Н. Химия и технология переработки каменноугольных смол. – Челябинск: Metallurgizdat. 1990. – 160 с.
3. Брон Я.А. Переработка каменноугольной смолы. – М.: Металлургия. 1963. – 271 с.
4. Коробчанский В.И. Подготовка каменноугольной смолы для переработки / В.И. Коробчанский и др. // Кокс и химия. 1990. № 10. С.27-31.
5. Дьячков М.И. Обезвоживание каменноугольной смолы с помощью ультразвука // Кокс и химия. 1972. №8. С. 47-49.
6. Мишин И.Ф. Очистка смолы одноступенчатой промывкой различными технологическими водами // Кокс и химия. 1974. № 2. С. 27-30.

7. Сабирова Т.М. Установка подготовки смолы к переработке / Т.М. Сабирова и др. // РЖХим. 1995.
8. Эльберт Э.И., Ощепков И.А. Переработка каменноугольной смолы и её фракций. – М.: Черметинформация. 1969. Серия 10. – Информация 2. – 12 с.
9. Литвиненко М.С., Носалевич Н.М. Химические продукты коксования для производства полимерных материалов – Харьков: Издат.-во по черной и цветной металлургии. 1962. – 430 с.

Сведения об авторах

Алексеев Данил Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: alekseev41047@mail.ru.

Дорохова Виолетта Александровна, студент, кафедра математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 004.942

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕЛЕЖКИ ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ ШЛАКООБРАЗУЮЩЕЙ СМЕСИ

Лицин К.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Морковник Д.А.

«Южно-Уральский государственный университет» г. Челябинск

Аннотация. В статье проведен анализ математической модели тележки для перемещения устройства подачи шлакообразующей смеси кристаллизатор МНЛЗ. В данной статье рассмотрена часть системы, которая отвечает за перемещение тележки. Проведена апробация рассматриваемой машины и приведены основные графики, позволяющие наглядным образом увидеть работу машины. Приведена разработанная модель тележки в программе Matlab Simulink. Полученные результаты настройки могут быть использованы в технологическом процессе подачи смеси, позволяя подобрать оптимальные значения скорости перемещения тележки, тем самым повысить качество готового продукта.

Ключевые слова: тележка, машина для подачи шлакообразующей смеси, математическая модель, температура, расход.

Введение

Процесс разливки стали с применением машин непрерывного литья заготовок имеет наибольшее распространение в металлургии сегодня [1-5].

В процессе работы кристаллизатора, на поверхность жидкого металла поступает шлакообразующая смесь (ШОС), создавая на поверхности жидкого металла слой шлака, который препятствует контакту металла с воздухом, тем самым, не давая ему окисляться [6-9]. Вторая функция жидкого шлака заключается в том, что в процессе возвратно-поступательных движений кристаллизатора жидкий шлак растекается по стенкам кристаллизатора, выполняя функцию смазывания поверхности [10-11].

При подаче шлакообразующей смеси необходимо поддерживать оптимальную толщину слоя [12]. Если слой будет слишком маленьким, то при движении кристаллизатора в рабочей области стенок могут возникать промежутки с оголенным металлом, что приведет к окислению металла. Если слой будет слишком большим, то из-за переохлаждения часть шлака будет затвердевать, и кусочки шлака будут поступать в зону слитка. Это

приведет к затруднению скольжения слитка и увеличению поражения металла [13]. Таким образом, актуальным является применение системы, которая позволяет контролировать температуру слоя шлака, поддерживая её на оптимальном уровне.

В данной работе представлена модель тележки, на которую установлены шнековые дозаторы (для подачи ШОС) и бункеры с уровнемерами, предназначенные для заполнения шлакообразующей смесью. Разработка и испытание системы управления тележкой на физическом оборудовании может привести к вынужденным простоям технологического процесса. Поэтому целью данной работы является разработка и испытание системы управления перемещения тележки для автоматизированного устройства подачи шлакообразующей смеси.

Разработка системы управления тележкой автоматизированного устройства подачи шлакообразующей смеси в кристаллизатор МНЛЗ

На рисунке 1 представлена разработанная математическая модель автоматизированной системы подачи ШОС в кристаллизатор МНЛЗ

Модель состоит из следующих блоков:

1. Блок измерения температуры:
2. Блок управления дозатором
3. Блок задачи направления тележки

4. Блок дозатора

5. Блок тележки

6. Блок бункера

ЛЕЖКИ

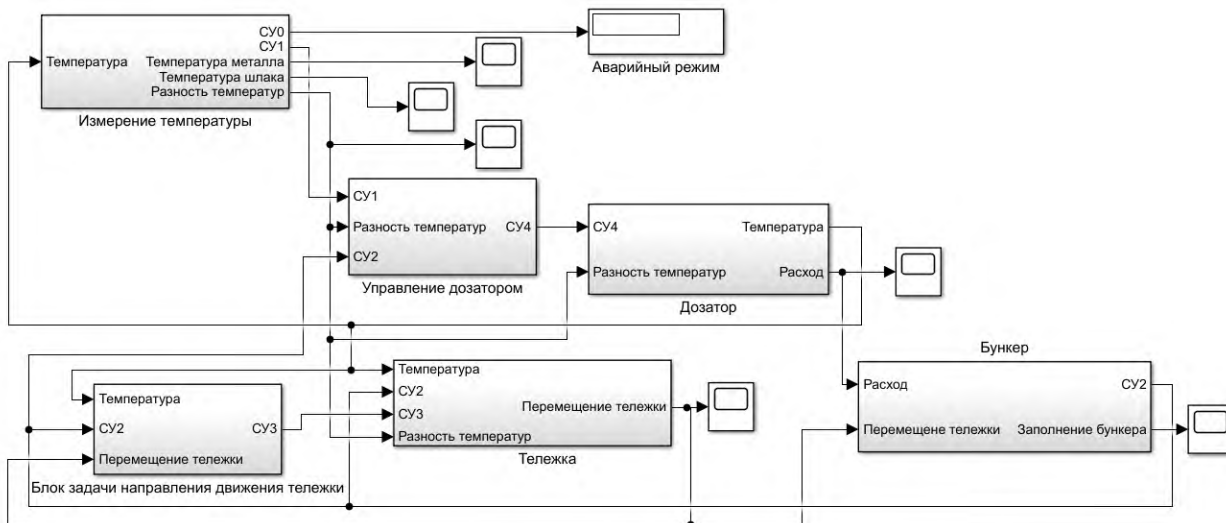


Рисунок 1. Структурная схема математической модели автоматизированной системы для непрерывной подачи ШОС

Входными параметрами модели блока «Тележка» (рисунок 1) являются: разность температур между жидким шлаком и жидким металлом, текущая температура поверхности жидкого шлака, сигнал несущий информацию о наполненности бункера и сигнал управления СУ3, содержащий информацию о требуемом направлении движения (либо начальное положение, либо в конец рамы).

Модель блока «Тележка» включает в себя саму модель электродвигателя и дополнительную систему управления подачи управляющего напряжения на электродвигатель.

Система управления подачей управляющего напряжения предназначена для плавной остановки тележки на краях рамы. температур, температуры поверхности жидкого шлака и сигнал наполненности бункера. В ре-

зультате анализа определяется величина управляющего напряжения, подаваемого на электродвигатель, предельное значение которого составляет +/- 10 В, при торможении на двигатель подается +/- 2 В.

Функцией данной системы управления является анализ текущего положения тележки на раме, а также значения разности

Итоговый сигнал управления в виде напряжения поступает на вход подсистемы «Двигатель тележки».

На рисунке 2 представлена модель блока двигателя тележки. Блок «Двигатель тележки» моделирует работу асинхронного двигателя, имеющий векторную систему управления.

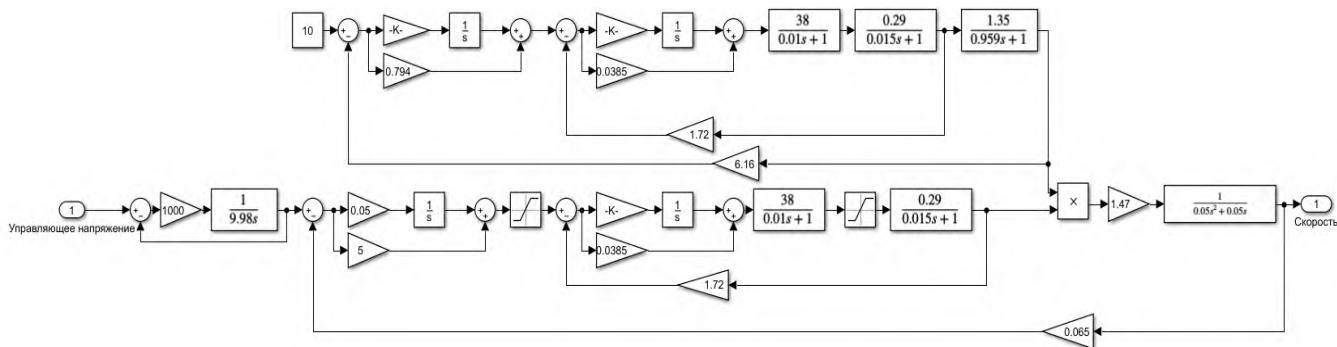


Рисунок 2. Модель блока «Двигатель тележки»

Входным параметром является управляющее напряжение, поступающее от системы управления подачей управляющего напряжения.

Выходным параметром блока электродвигателя является скорость

вращения электродвигателя. Проинтегрировав скорость, получим пройденный путь тележки. Таким образом, зная координаты тележки можно контролировать перемещение тележки во времени.

Сигнал, несущий в себе информацию о положении тележки на раме является выходным для блока «Тележка», который также идет на входы других блоков разработанной математической модели.

Исследование математической модели тележки автоматизированной системы подачи шлакообразующей смеси в кристаллизатор МНЛЗ

С целью проведения апробации разработанной математической модели системы подачи шлакообразующей смеси зададим желаемую разницу температур 20 градусов. Определим следующие начальные условия:

- 1) Тележка находится в начальном положении (слева от платформы)
- 2) Бункер со шлакообразующей смесью полный
- 3) Разница температур равна 0. Это значит, что шлака на поверхности жидкого металла нет

На рисунке 3 показан график перемещения тележки относительно начального положения. На рисунке 4 приведен график, показывающий подаваемое управляющее напряжение. Из графиков видно, что до момента достижения разности температур до желаемого значения (рисунок 5), тележка перемещается от одного края рамы к другому, тем самым обеспечивая равномерную подачу ШОС на поверхность жидкого металла. На графике изменения управляющего напряжения видно, что максимальное управляющее напряжение подаваемое напряжение на двигатель составляет +/- 10 В, при приближении тележки к одному из краев рамы управляющее напряжение, подаваемое на двигатель равно +/- 2 В. Это сделано для того чтобы обеспечить плавную остановку тележки на краях рамы.

В момент достижения желаемой разности температур тележка возвращается в начальное положение и прекращает свою работу до того момента пока разность темпера-

туры между металлом и шлаком снова не выйдет за рамки допустимых значений.

Время, за которое тележка преодолевает расстояние 2 метра, т.е. от одного края рамы к другому составляет 11 секунд. Соответственно время, занимаемое тележкой для перемещения от одного края рамы к другому и обратно составляет 22 секунды.

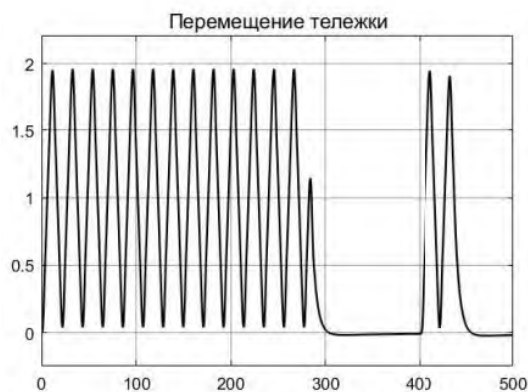


Рисунок 3. График перемещения тележки по раме

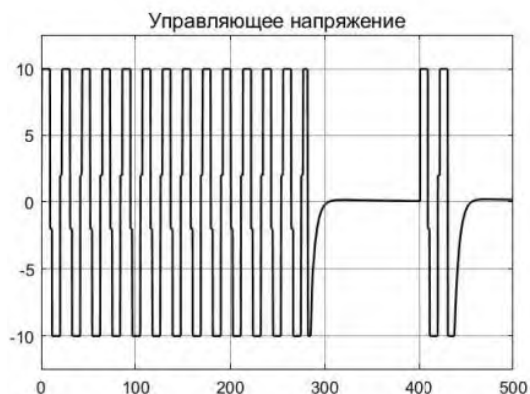


Рисунок 4. График изменения управляющего напряжения

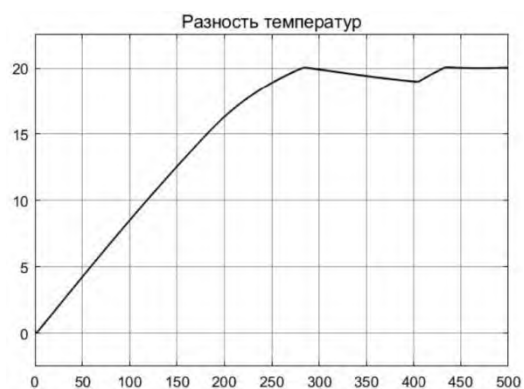


Рисунок 5. График изменения разности температур между жидким металлом и шлаком

Применение модели перемещения тележки устройства подачи смеси в кристаллизатор МНЛЗ позволит проводить анализ установки без вывода основного оборудования. Полученные результаты настройки могут быть использованы в технологическом

процессе подачи смеси, позволяя подобрать оптимальные значения скорости перемещения тележки, а также разности температур металла и шлака, расхода смеси, что приведет к уменьшению расхода смеси до 3-7% и уменьшению финансовых затрат на производство конечного продукта на 4-6%.

Литература

1. Еронько С.П., Ющенко М.В., Мечик С.В. Системы нового поколения дозированной подачи шлакообразующих смесей в кристаллизаторы МНЛЗ // Черная металлургия. Бюллетень научнотехнической и экономической информации. 2014. № 3 (1371). С. 87-93.
2. Ряхов А.А. Разработка ресурсосберегающей шлакообразующей смеси для кристаллизаторов слябовых машин непрерывного литья заготовок: дис.канд.техн.наук. – Магнитогорск, 2019. – 143 с.
3. Смирнов А.Н., Куберский С.В., Штепан Е.В. Непрерывная разливка стали: Учебник. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 482 с.
4. Лозовский Е.П., Алексеев А.Г., Юречко Д.В., Хорин С.Н., Великий А.Б. Разработка и использование шлакообразующих смесей собственного производства на МНЛЗ ККЦ и ЭСПЦ // Сталь. 2021. № 1. С. 14-15.
5. Ashutosh G. Bhagurkar, Rongshan Qin, Effect of electropulsing on the solidification of mould flux // Journal of Materials Research and Technology. V. 19, 2022, p. 2146-2155, <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.05.188>.
6. Ганин Д.Р., Лицин К.В., Шевченко Е.А. Обзор и анализ устройств для подачи шлакообразующих смесей в кристаллизаторы машин непрерывного литья заготовок // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». 2018. № 1. С. 58-65.
7. S.N. Baskov, K.V. Litsin and D.M. Utyamishev, "Search for More Efficient Automatic Feed of the Mold Flux to the Continuous Casting Machine Crystallizer" 2021 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), 2021, pp. 619-623, doi: 10.1109/ICIEAM51226.2021.9446388.
8. Liping Zhao, Rushan Dou, Junjun Yin and Yiyong Yao, "Intelligent prediction method of quality for continuous casting process," 2016 IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC), 2016, pp. 1761-1764, doi: 10.1109/IMCEC.2016.7867521.
9. Y. Lu, Xing Fang and G. Zhang, "Effects of cryolite on properties of low flouride content mould flux for thin slab continuous casting," 2011 International Conference on Materials for Renewable Energy & Environment, 2011, pp. 869-873, doi: 10.1109/ICMREE.2011.5930942.
10. Guan-ling Ou, Yu-chen Liu, Shao-yu Yen, Han-yu Wang, Yen-Hao Su, Muh-Jung Lu, Shih-kang Lin, Reactivity and thermophysical properties of MnO-modified CaO-Al₂O₃-based mold fluxes for advanced high-strength steels // Journal of Materials Research and Technology, Volume 9, Issue 6, 2020, p. 12091-12101, <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.08.111>.
11. Лицин К.В., Утямишев Д.М. Разработка системы управления расходом шлакообразующей смеси // Сталь. 2021. № 11. С. 33-35.
12. Лицин К.В., Утямишев Д.М. Бездатчиковый электропривод системы подачи смеси в кристаллизатор установки непрерывной разливки стали // Черные металлы, 2021. №3. С. 16-21.

Сведения об авторах

Лицин Константин Владимирович, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: k.litsin@rambler.ru.

Морковник Денис Александрович, студент кафедры электропривода, мехатроники и электромеханики, ФГАОУ «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ), Россия, 454080 Челябинск, проспект Ленина, 76, e-mail: d.morkovnik@mail.ru

УДК 004.42

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА НА ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ СЕТКЕ ЭМУЛИРУЮЩЕЙ ЛАНДШАФТ

Абдулвелеева Р.Р., Ларченко А.С.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Рассматривается способ реализации поиска оптимального маршрута, основанный на алгоритме A^* (произносится «А стар»), который, в свою очередь, является модернизацией алгоритма Дейкстры. В случае с A^* на взвешенном графе задаются две точки: начальная и конечная, после чего происходит поиск кратчайшего маршрута между ними. Данный алгоритм реализован на языке программирования C# с использованием среды Unity. В результате проведённой работы была реализована система поиска оптимального маршрута, учитывающая особенности ландшафта.

Ключевые слова: оптимальный маршрут, поиск пути, эвристика, искусственный интеллект, граф.

Система поиска пути, применяется в видеоигре, представляющей собой пошаговую стратегию. Игровой ландшафт является территорией, разделенной на шестиугольные ячейки, каждая из которых имеет ряд характеристик, таких как высота, климат, наличие или отсутствие воды и т. д. В процессе игровой сессии пользователь перемещает юнитов (управляемых игроком персонажей) по ландшафту. Каждый юнит имеет определённое количество очков действия, ограничивающих передвижение персонажа в пределах хода. Для нахождения наименьшего пути между точкой нахождения юнита и конечной точкой его пути используется алгоритм A^* .

Как известно из теории графов, взвешенный граф имеет вес каждого ребра, то есть некоторое значение, принадлежащее ему. В случае реализуемой системы вес ребра определяется разницей в высоте между ячейками. Перемещение с низины на возвышенность расходует больше очков действия. Кроме того, существует ряд ограничений. Например, юнит не может перемещаться по водоёмам.

Рассмотрим теоретическое обоснование алгоритма A^* . Во взвешенном графе от начальной до конечной вершины определяется минимальный по стоимости маршрут. Посетив одну конкретную вершину, алгоритм определяет стоимость маршрута у всех соседних вершин, если они неизвестны, и останавливает свой выбор на вершине с минимальной стоимостью, после чего переходит к следующей. Во время работы алгоритма для

каждой задействованной вершины справедлива функция:

$$f(x)=g(x)+h(x),$$

где $g(x)$ – наименьшая стоимость пути в v из стартовой вершины;

$h(x)$ – эвристическое приближение стоимости пути от v до конечной цели;

x – вершина, соседствующая с уже посещённой.

Вершины, задействованные алгоритмом в процессе работы, хранятся в стеке и имеют определённый приоритет. Алгоритм A^* среди всех маршрутов в первую очередь берёт во внимание те, которые, по имеющейся в стеке информации (эвристической функции), являются оптимальными на данный момент. Алгоритм определяет оптимальный маршрут, исходя из веса рёбер и общей стоимости пути. Поэтому путь, выбранный данным алгоритмом, если он возможен, всегда является наилучшим.

Но у данного алгоритма есть значительный недостаток – требовательность к оперативной памяти из-за хранения информации о вершинах и возможных маршрутах. Однако он не является критичным, так как вычислительные мощности современных компьютеров легко справляются с возлагаемой на них работой алгоритма нагрузкой. Таким образом, алгоритм является лучшим решением для организации системы поиска пути и повсеместно используется в игровой индустрии.

Рассмотрим реализацию алгоритма A* в среде Unity на примере пошаговой стратегии с гексагональной сеткой. В качестве начальных аргументов принимаются начальная и конечная ячейки. Затем, используя цикл, реализуется перебор соседей клетки с последующим внесением их в стек. Когда алгоритм охватывает конечную ячейку, цикл останавливается, чтобы избежать дальнейших вычислений расстояния до других, не задействованных, ячеек и, как следствие, неоправданной потери памяти.

Для отображения оптимального пути выбранные алгоритмом ячейки заносятся в список (List), после чего перебираются в обратном порядке с применением метода визуализации, что позволяет отобразить путь на игровой карте. Пример работы алгоритма представлен на рисунке 1.



Рис.1 – Пример работы алгоритма

Сведения об авторах

Абдулвелеева Рауза Рашитовна, канд. пед. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. e-mail: rashitovna-2011@mail.ru

Ларченко Александра Сергеевна, студентка, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: larchenko2001@mail.ru.

Разработана реализация алгоритма поиска оптимального маршрута A* с рядом модификаций, таких как приоритетная очередь и отсечение нерелевантных путей. Данная реализация была использована в основе системы передвижения юнитов для пошаговой стратегии и отличилась высокой эффективностью.

Литература

1. Хокинг Дж. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. – СПб.: Питер, 2016. – 336 с.
2. Unity User Manual // Unity Documentation. – URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> (дата обращения: 03.06.2022)
3. Unity Hex Map Tutorial. – URL: <https://catlikecoding.com/unity/tutorials/hex-map> (дата обращения 02.06.2022)

УДК 621.313.333.07

СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ НА ПРИМЕРЕ «ОВЕН ПЛК 200/ПЛК 210» И «SIEMENS SIMATIC S7-300»

Клименко А.А., Белых Д.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье рассматриваются программируемые логические контроллеры фирм «ОВЕН» и «Siemens», рассказывается об их технических характеристиках, рассказывается об особенностях каждого контроллера, а также рассматриваются их программные обеспечения.

Ключевые слова: программируемый логический контроллер, коммуникационные возможности, автоматизация.

Многие пользователи, в начале своей работы, задаются вопросом, а что такое программируемый логический контроллер и как с ним работать? В действительности язык программирования таких контроллеров идентичен логике функционирования обычного реле. Поэтому, специалисты, которые до этого работали со схемами релейного соединения, легко разберутся, как именно работать с ПЛК (программируемый логический контроллер).

На данный момент, в России наибольшим спросом пользуются контроллеры фирм «ОВЕН» и «Siemens». «ОВЕН» — это российский производитель ПЛК, «Siemens» — немецкий. Для изучения выбраны контроллеры «ОВЕН ПЛК 200/ ПЛК 210» и «Siemens Simatic S7-300».

«ОВЕН ПЛК 200/ ПЛК 210» — новая линейка современных моноблочных контроллеров с расширенными коммуникационными возможностями и дополнительными функциями надежности. Эти контроллеры самые современные среди отечественных разработок. На данный момент эти контроллеры применяются в различных сферах жизни, а именно: энергетика, автоматизация зданий, машиностроение, металлургия и т.д.

У этих контроллеров есть свои особенности:

1) Высокая производительность (Наличие мощного процессора ARM Cortex-A8 с частотой 800 МГц).

2) Эргономичный корпус (DIN-рейка позволяет повесить контроллер на стену, а также удобная система укладки кабеля).

3) Коммуникационные возможности (Контроллеры поддерживают промышленные протоколы).

Контроллеры этой модели универсальны, потому что в них встроен модуль расши-

рения входных и выходных сигналов «ОВЕН МХ 110». Это хорошо зарекомендовавшая себя линейка моделей входа/выхода, которая включает в себя специализированные решения для измерения параметров электрической сети.

Система расширения «ОВЕН МХ 110» позволяет:

1) Увеличить количество входов/выходов любых модификаций ОВЕН ПЛК, СПК, СП и приёма передачи данных через радиогаммы.

2) Возможность удалённого ввода/вывода сигналов при подключении к SCADA-системам.

3) Позволяет работать с любым оборудованием, поддерживающим интерфейс RS-485.

4) Обеспечивает контроль работы приборов и управление ими в облачном сервисе OwenCloud. Автоматическое оповещение об аварийных событиях.

Программируются «ОВЕН ПЛК 200/ ПЛК 210» через программы «CoDeSyS V3.5 SP14» или «CoDeSyS V3.5 SP16».

Стоимость «ОВЕН ПЛК 210» — 65 000 рублей, стоимость «ОВЕН ПЛК 200» — 48 000 рублей.

Технические характеристики ПЛК «ОВЕН» показаны в таблице 1.

Контроллеры фирмы «Siemens» широко используются в промышленности. Особенно распространены «Siemens Simatic S7-300». Это объясняется качеством и надежностью данной модели ПЛК.

В добавок ко всему, у этих контроллеров много преимуществ:

1) Многофункциональность.

2) Позволяет создать систему автоматизации любой сложности.

3) «Siemens Simatic S7-300» может эксплуатироваться в любых погодных условиях.

4) Контролеры практически полностью автоматизированы.

«Siemens Simatic S7-300» имеет модульную конструкцию и состоит из различных элементов (таблица 2).

Таблица 1 - Технические характеристики «ОВЕН ПЛК 210» и «ОВЕН ПЛК 200»

Параметры	ПЛК 210	ПЛК 200
Интерфейсные связи	4×Ethernet 10/100 Мбит/с (RJ45) 2×RS45/1×RS232 USB Device	2×Ethernet 10/100 Мбит/с (RJ45) 2×RS45 USB Device
Подключаемые накопители	SD/USB Host	SD
Элементы управления	Тумблер СТАРТ/СТОП Сервисная кнопка Кнопка СБРОС	Тумблер СТАРТ/СТОП Сервисная кнопка
Количество портов питания	2 (основной и резервный)	1
Поддержка STP/RSTP	Да	Нет
Габаритные размеры	(105×124×83)	(82×124×83)

Таблица 2 – Модульное строение контролера «Siemens Simatic S7-300»

Центральные процессоры	Блок питания	Сигнальные модули	Коммуникационные модули	Функциональные модули	Интерфейсные модули
Обеспечивает работу контроллера	Обеспечивает питание при сети напряжением 120/230 В	Предназначены для вывода сигналов	Обеспечивают возможность подключения к сетям	Могут самостоятельно регулировать и обрабатывать задачи	Обеспечивает возможность подключения к базовому блоку

Работать и настраивать контролер «Siemens Simatic S7-300» можно через программу «TIA PORTAL V17». Стоимость этого ПЛК составляет 189 000 рублей (без «TIA PORTAL V17», вместе с ним цена возрастает до 198 000 рублей).

В результате всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что «Siemens» производит контролеры, которые в несколько раз мощнее российских. Именно поэтому их используют ведущие мировые предприятия. Но есть и обратная сторона – это их цена.

ПЛК «Siemens» не могут себе позволить рядовые пользователи и маленькие предприятия. Здесь «помогут» контролеры «ОВЕН», которые дешевле и проще в изучении (если человек сам хочет разобраться в их устройстве).

Сведения об авторах

Клименко Алексей Александрович, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

Белых Дарья Васильевна, старший преподаватель кафедры электроэнергетики и электротехники, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: belykh.work@yandex.ru

Литература

1. Минаев И.Г., Самойленко В.В. Программируемые логические контролеры. Практическое руководство для начинающего инженера: уч. пособие. – Москва: АРГУС, 2009. – 100 с.
2. Клименко А.А., Белых Д.В. Исследование системы автоматического управления пуском двигателя в программе «CoDeSyS 3.5» // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Изд-во: Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (Старый Оскол), 2021. С 364-366.

УДК 338:6П7

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Богданова В.С.

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) «ОГУ», г. Орск.

Аннотация: В данной статье рассматриваются инструментальные средства разработки мобильного приложения.

Ключевые слова: программа, приложение, мобильные устройства, платформа, разработка.

Android Studio – это официальная интегрированная среда разработки (IDE) для операционной системы Android от Google, созданная на базе программного обеспечения IntelliJ IDEA от JetBrains и предназначенная специально для Android-разработки. Она доступна для Windows, macOS и Linux. Android Studio пришла на смену Eclipse Android Development Tools (E-ADT) в качестве основной IDE для разработки Android-приложений.

Android Studio была анонсирована 16 мая 2013 года на конференции Google I/O. Она находилась в стадии предварительного раннего доступа, начиная с версии 0.1 в мае 2013 года. Первая стабильная сборка была выпущена в декабре 2014 года, начиная с версии 1.0. Последней версией является Arctic Fox (2020.3.1), выпущенная в июле 2021 года.

Основными возможностями Android Studio являются:

- поддержка сборки на основе Gradle;
- инструменты Lint для выявления проблем производительности, несовместимости версий и других;
- различные виды сборок и генерация нескольких APK-файлов;
- рефакторинг и быстрые исправления;
- быстрый и многофункциональный эмулятор;
- примеры кода и интеграция с GitHub;
- расширенные инструменты тестирования и фреймворки;
- поддержка разработки приложений для Android Wear и Android TV;
- интеграция с ProGuard и возможность подписания приложений;
- поддержка разработки приложений для Android Wear и Android TV;
- поддержка C++ и NDK;
- встроенные инструменты Kotlin.

Каждый проект в Android Studio содержит один или несколько модулей с фай-

лами исходного кода и файлами ресурсов. Модули бывают трёх типов: модули приложений Android, модули библиотеки, модули Google App Engine.

По умолчанию Android Studio отображает файлы проекта в представлении проекта Android. Это представление организовано по модулям для обеспечения быстрого доступа к ключевым исходным файлам проекта:

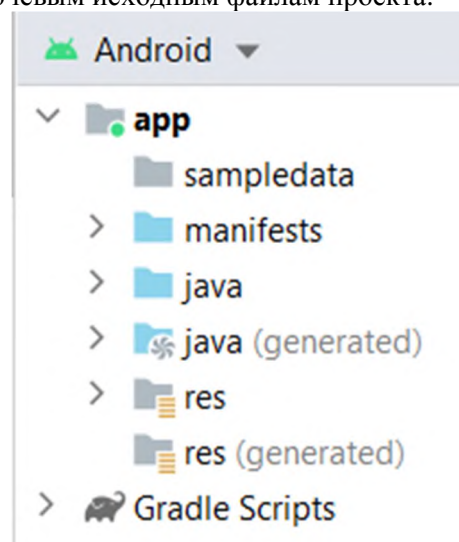


Рисунок 1 – Файлы проекта в представлении Android

Все файлы сборки видны на верхнем уровне в Gradle Scripts, и каждый модуль приложения содержит папки:

- manifests – содержит файл AndroidManifest.xml;
- java – содержит файлы исходного кода Java, включая тестовый код JUnit;
- res – содержит все ресурсы, не относящиеся к коду, такие как XML-макеты, строки пользовательского интерфейса и растровые изображения.

Структура проекта Android на диске отличается от этого уплощенного представления. Чтобы увидеть фактическую структуру файлов проекта необходимо выбрать

представление Project.

Главное окно Android Studio состоит из нескольких логических областей:

- панель инструментов позволяет выполнять широкий спектр действий, включая запуск приложения и запуск инструментов Android;

- панель навигации помогает перемещаться по проекту и открывать файлы для редактирования. Она обеспечивает более компактное представление структуры, видимой в окне проекта;

- окно редактора – это место, где вы создаете и изменяете код. В зависимости от текущего типа файла редактор может меняться. Например, при просмотре файла-макета редактор отображает Layout Editor;

- панель инструментов проходит по внешней стороне окна IDE и содержит кнопки, позволяющие развернуть или свернуть отдельные окна инструментов;

- окна инструментов предоставляют доступ к конкретным задачам, таким как управление проектами, поиск, контроль версий. Их можно разворачивать и сворачивать;

- в строке состояния отображается состояние проекта и самой IDE, а также предупреждения и сообщения.

В любой момент можно выполнить поиск по исходному коду, базам данных, действиям, элементам пользовательского интерфейса и так далее, дважды нажав клавишу Shift или щелкнув лупу в правом верхнем углу окна Android Studio. Также есть возможность использования сочетаний клавиш для доступа к большинству функций IDE.

По мере редактирования Android Studio автоматически применяет форматирование и стили, как указано в настройках стиля кода. Можно настроить параметры стиля кода с помощью языка программирования, включая указание соглашений для табуляции и отступов, пробелов, обтекания и фигурных скобок, пустых скобок.

Данная среда разработки поддерживает множество систем контроля версий (VCS), включая Git, GitHub, CVS, Mercurial, Subversion и облачные репозитории исходного кода Google. После импорта приложения появляется возможность использовать параметры меню Android Studio VCS, среди которых включение поддержки VCS для желаемой системы контроля версий, создание репозитория, импортирование новых файлов в систему контроля версий и некоторые другие операции.

Android Studio использует Gradle в ка-

честве основы системы сборки с дополнительными возможностями Android, предоставляемыми плагином Android для Gradle. Эта система сборки работает как интегрированный инструмент из меню среды, независимо от командной строки. Система сборки предоставляет доступ к функциям по настройке и расширению процесса сборки, созданию нескольких APK-файлов, повторно использовать код и ресурсы, при этом не изменяя файлы исходного кода.

Файлы сборки Android Studio называются build.gradle. Это простые текстовые файлы, в которых используется синтаксис Groovy. Каждый проект имеет один файл сборки верхнего уровня для всего проекта и отдельные файлы сборки для каждого модуля. Когда вы импортируете существующий проект, среда автоматически генерирует необходимые файлы сборки.

Зависимости проекта указываются в build.gradle. Gradle позаботится о том, чтобы найти зависимости и сделать их доступными в текущей сборке. Данная среда по умолчанию настраивает проекты для использования центрального репозитория Maven.

Android Studio помогает в отладке и повышении производительности кода, включая встроенные средства отладки и анализа производительности, среди которых встроенная отладка с отображением информации о текущем состоянии программы, профилировщики производительности, профилировщик памяти, доступ к файлу данных, проверка кода, журнал сообщений, профилирование производительности.

В качестве языка программирования можно использовать Kotlin.

Kotlin – статически типизированный, объектно-ориентированный язык программирования, работающий поверх Java Virtual Machine и разрабатываемый компанией JetBrains.

Авторы ставили целью создать язык более лаконичный и типобезопасный, чем Java, и более простой, чем Scala. Следствием упрощения по сравнению со Scala стали также более быстрая компиляция и лучшая поддержка языка в IDE. Язык полностью совместим с Java, что позволяет Java-разработчикам постепенно перейти к его использованию; в частности, язык также встраивается Android, что даёт возможность для существующего Android-приложения внедрять новые функции на Kotlin без переписывания приложения целиком.

Синтаксис языка использует элементы

из JavaScript, Паскаля, TypeScript, Нахе, PL/SQL, F#, Go и Scala, C++, Java, C#, Rust и D. Кроме объектно-ориентированного подхода, Kotlin также поддерживает процедурный стиль с использованием функций. Как и в Си, C++ и D, точкой входа в программу является функция main, принимающая массив параметров командной строки. Программы на Kotlin поддерживают perl- и shell-стиль интерполяции строк (переменные, включённые в строку, заменяются на их содержимое). Также поддерживается вывод типов [7].

Переменные в Kotlin могут быть доступны только для чтения (объявлены с ключевым словом val) или изменчивы (объявлены с помощью ключевого слова var). Тип переменных объявляется через знак двоеточия.

Члены класса по умолчанию являются общедоступными, а сами классы по умолчанию являются окончательными, что означает, что создание производного класса невозможно, если базовый класс не объявлен с ключевым словом open. Подобно C#, Kotlin позволяет добавлять функцию расширения к любому классу без формальностей создания производного класса с новыми функциями. Такая функция имеет доступ ко всему общедоступному интерфейсу класса, который она может использовать для создания нового интерфейса функции. Функция расширения будет выглядеть точно так же, как функция класса, и будет показана при проверке завершения кода функций класса.

Kotlin поддерживает спецификацию «первичного конструктора» как часть самого определения класса, состоящего из списка аргументов, следующего за именем класса. Этот список аргументов поддерживает расширенный синтаксис списков аргументов стандартных функций Kotlin, который позволяет декларировать свойства класса в основном конструкторе, включая атрибуты видимости, расширяемости и изменчивости.

Конструкция data class определяет классы, основной целью которых является хранение данных. Эта конструкция аналогична обычным классам, за исключением, что основные функции equals, toString и hashCode автоматически генерируются из свойств класса.

Данный язык программирования обеспечивает поддержку функций высшего порядка и анонимных функций или лямбда-выражений.

Kotlin различает типы данных, допускающие и не допускающие значение NULL. Все объекты, допускающие значение NULL,

должны быть объявлены с помощью знака «?» – постфикс после имени типа. Операции с объектами, допускающими значение NULL, требуют особой осторожности со стороны разработчиков: перед использованием значения необходимо выполнить проверку NULL. Также Kotlin предоставляет нулевые безопасные операторы.

Асинхронное или неблокирующее программирование – важная часть разработки. Kotlin предоставляет удобный инструмент сопрограмм (coroutines) на уровне языка. Это позволяет легко решить проблему построения гибкого и легко масштабируемого приложения, так как данный инструмент очень выразителен, но в то же время функционален.

Kotlin стал приоритетным в разработке Android-приложений в 2019 году на Google I/O.

Используя Kotlin для разработки под Android, можно получить следующие преимущества:

- меньше кода в сочетании с большей читабельностью;

- зрелый язык и среда. С момента своего создания в 2011 году Kotlin непрерывно развивался не только как язык, но и как целая экосистема с надежными инструментами. Теперь он полностью интегрирован в Android Studio и активно используется многими компаниями для разработки Android-приложений;

- поддержка Kotlin в Android Jetpack и других библиотеках;

- совместимость с Java. Kotlin можно использовать вместе с языком программирования Java в своих приложениях без необходимости переноса всего кода на Kotlin;

- поддержка мультиплатформенной разработки. Данный язык можно использовать для разработки не только Android, но также iOS, серверных и веб-приложений;

- безопасность кода. Меньше количество кода и лучшая читаемость приводят к меньшему количеству ошибок. Компилятор Kotlin обнаруживает оставшиеся ошибки, делая код безопасным.

- лёгкое обучение. Kotlin очень легко изучить, особенно для разработчиков Java.

- большое сообщество. Kotlin пользуется большой поддержкой и большим вкладом сообщества, которое растёт во всем мире. По данным Google, более 60% из 1000 лучших приложений в PlayStore используют Kotlin.

Многие стартапы и компании из списка Fortune 500 уже разработали приложения для

Android с использованием Kotlin.

Для хранения информации об учётных записях пользователей и их операций используется функционал Firebase по бесплатному плану.

Firebase – это платформа для разработки мобильных и веб-приложений. Она была создана компанией Firebase в 2011 году и приобретена Google в 2014 году. Сейчас Firebase содержит множество продуктов, которые используются в более полутора миллионах приложений.

Литература

1. Android Developers. URL: <https://developer.android.com/> (дата обращения: 21.12.2021).
2. Android (operating system). URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(operating_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)) (дата обращения: 09.12.2021).
3. Android Studio. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Android_Studio (дата обращения: 12.12.2021).
4. Difference Between MVP and MVVM Architecture Pattern in Android. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-mvp-and-mvvm-architecture-pattern-in-android/> (дата обращения: 12.12.2021).
5. Guide to Mobile App Design – 10 Quick & Actionable UI UX Tips. URL: <https://www.ideatheorem.com/insights/guide-mobile-app-design-quick-ui-ux-tips/> (дата обращения: 12.12.2021).
6. Firebase Documentation. URL: <https://firebase.google.com/docs/> (дата обращения: 18.04.2022).

Сведения об авторах

Богданова Вера Сергеевна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ», 462403, Россия, Оренбургская обл., г. Орск, пр. Мира, 15-А. E-mail: bogdanovavs@mail.ru

УДК 62-83

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ОБМОТКОЙ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Лицин К.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Шрам В.А., Маннанов Н.И., Головки С.А.

«Южно-Уральский государственный университет», г. Челябинск

Аннотация. В данной статье проанализированы разновидности схем замещения синхронного двигателя с обмоткой возбуждения. Рассмотрено, на основе каких принципов построена каждая из описываемых схем, определены параметры, входящие в рассмотрение каждой из схем, а также границы их использования. Также обозначены достоинства и недостатки рассмотренных схем замещения.

Ключевые слова: синхронный двигатель, обмотка возбуждения, схемы замещения.

Введение

Синхронные двигатели (СД), являющиеся конструктивно более сложными по сравнению с асинхронными двигателями, имеют ряд достоинств, определивших их область применения [1-4]:

– СД могут генерировать в сеть реактивную мощность, компенсируя часть реактивной мощности, потребляемой активными индуктивными приемниками, что достигается путём регулирования тока в обмотке возбуждения;

–перегрузочная способность у синхронных двигателей выше, чем у асинхронных, и в меньшей степени зависит от изменения напряжения сети. При необходимости она может быть повышена путем увеличения тока возбуждения;

–постоянство частоты вращения при изменении нагрузки, что требуется для некоторых типов приводов.

В частности, СД с обмоткой возбуждения используются в области больших мощностей – сотен киловатт и единиц мегаватт. Синхронные двигатели широко применяются в электроприводах, требующих повышенной перегрузочной способности и работающих с постоянной частотой вращения: компрессоров, насосов и др. [5,6].

При практических расчётах и для исследования работы синхронной машины используются схемы замещения, которые отвечают основным уравнениям ЭДС и токов реальной машины. В схемах замещения электромагнитная связь заменяется электрической [7], а рассредоточенные сопротивления проводников заменены на сосредоточенные в малом объеме сопротивления (резисторы) [8]. Схемы замещения электрических двигателей с некоторой допустимой точностью отражают физические процессы, происходящие в двигателе, только в каком-либо одном режиме работы машины [9]. Поэтому анализ разновидностей схем замещения, используемых для определения параметров машины и проведения анализа работы машины в указанном режиме, является актуальным.

Цели и задачи

Целью данной статьи является исследование схем замещения синхронного двигателя с обмоткой возбуждения с целью выявления возможности идентификации его параметров.

Задачи статьи:

–проанализировать необходимость использования схем замещения синхронного двигателя с обмоткой возбуждения;

–рассмотреть их разновидности и величины, входящие в схемы замещения;

–исследовать возможность определения параметров синхронного двигателя с обмоткой возбуждения на основе представленных схем замещения.

Анализ схем замещения

В нормальных условиях работы синхронного двигателя поле статора не индуцирует напряжение в роторе, поскольку

обмотка ротора вращается с той же скоростью, что и поле статора. В обмотке ротора присутствует только приложенный постоянный ток, и омическое сопротивление этой обмотки является единственным противодействием ему.

В обмотке статора необходимо учитывать два эффекта:

–влияние поля статора на обмотку статора;

–влияние поля ротора.

На рисунке 1, а представлена принципиальная схема одной фазы синхронного двигателя, на рисунке 1, б – эквивалентная схема [1].

В данной схеме влияние поля статора на проводники статора учитывается включением синхронного реактивного сопротивления X_s . Сопротивление R_a следует рассматривать как последовательное с этим реактивным сопротивлением, учитывающее потери в меди в обмотке статора или якоря. Это сопротивление в сочетании с синхронным реактивным сопротивлением дает синхронное сопротивление машины.

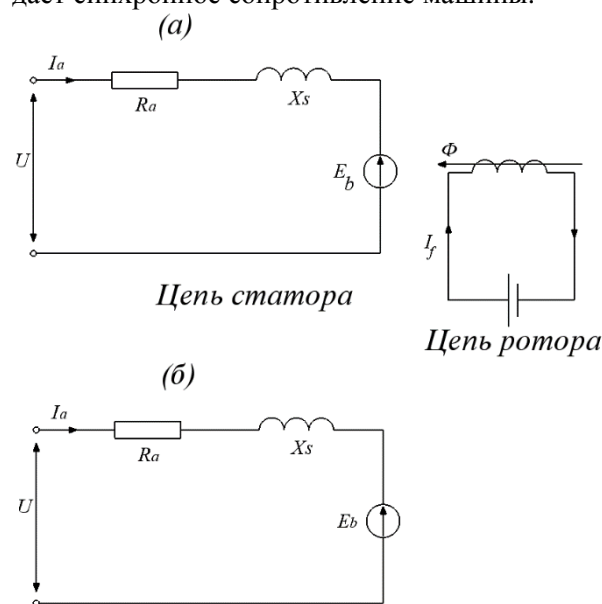


Рис. 1 – Принципиальная схема для одной фазы синхронного двигателя (а), эквивалентная схема (б)

Влияние поля ротора заключается в том, что напряжение генерируется в обмотке статора синхронно вращающимся полем ротора. Это генерирующееся ЭДС E_b известна как обратная ЭДС и противодействует напряжению статора U [2]. Величина E_b зависит от скорости вращения ротора и магнитного потока Φ . Так как скорость ротора постоянна, то значение E_b

зависит от магнитного потока, т. е. от тока возбуждения ротора I_f .

С помощью второго закона Кирхгофа получим соотношения электрических величин в данной схеме [3]:

$$U = E_b + I_a Z_s;$$

$$U = E_b + I_a (R_a + jX_s);$$

$$U = E_b + I_a R_a + jI_a X_s;$$

$$E_b = U - I_a R_a - jI_a X_s.$$

Представленная схема замещения (рисунок 1) позволяет рассмотреть происходящие физические процессы в СД, находящемся в режиме синхронизма, однако она непригодна для рассмотрения режимов пуска двигателя и выпадения из синхронизма.

В практике эксплуатации синхронных машин широко применяется асинхронный пуск синхронных двигателей, когда невозбужденная машина подключается к сети и ее скорость достигает почти синхронной скорости подобно асинхронному двигателю. Также бывают случаи, когда отдельные машины выпадают из синхронизма и их роторы начинают вращаться относительно поля якоря (статора) асинхронно. Это случается вследствие перегрузки машин, значительного падения напряжения в сети и потери возбуждения в результате каких-либо неисправностей в системе возбуждения.

При выпадении из синхронизма синхронная машина ведет себя подобно асинхронной, но ввиду различия конструкции ротора и наличия тока возбуждения асинхронный режим синхронной машины имеет ряд особенностей.

При рассмотрении процессов, происходящих в СД в асинхронном режиме, применяют схемы, изображённые на рисунке 2 [4].

Данные схемы построены с помощью приведения СД к эквивалентной двухфазной синхронной машине (рисунок 3). При данном рассмотрении СД вращающееся магнитное поле статора разложено на два пульсирующих поля, одно из которых действует по продольной, а другое – по поперечной оси ротора.

Данные пульсирующие магнитные поля создают эквивалентной двухфазной обмоткой, где одна фаза этой обмотки создает магнитный поток, пульсирующий по про-

дольной оси, а другая фаза – поток, пульсирующий по поперечной оси ротора.

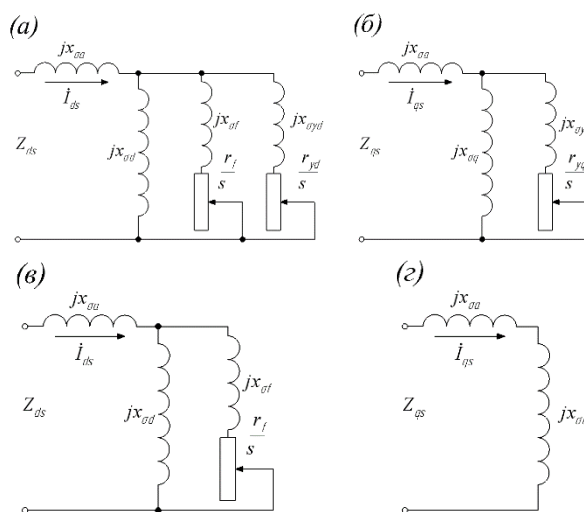


Рис. 2 – Схемы замещения синхронной машины в асинхронном режиме при наличии (а, б) и отсутствии (в, з) пусковой обмотки: а, в – по продольной оси; б, з – по поперечной оси

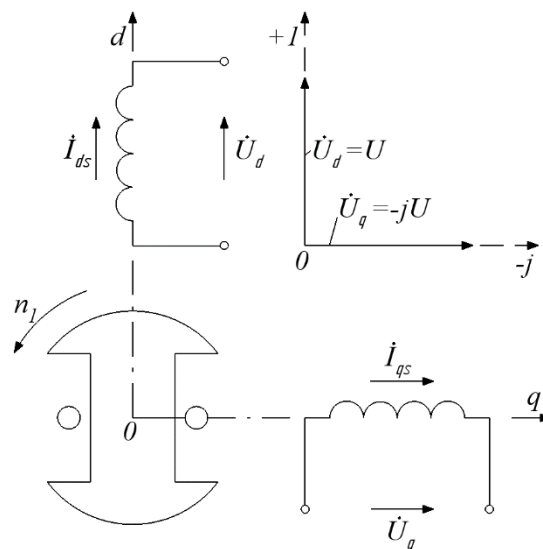


Рис. 3 – Схема эквивалентной двухфазной синхронной машины

При наличии пусковой обмотки (рисунок 2, а и б) в схеме для продольной оси имеются две вторичные цепи, а в схеме для поперечной оси – одна вторичная цепь. При отсутствии указанных обмоток (рисунок 2, в и з) количество вторичных цепей уменьшается на единицу. Сопротивления синхронной машины по осям d и q в асинхронном режиме Z_{ds} , Z_{qs} представляют собой сопротивления схем рисунка 2 и являются функциями скольжения s .

На схемах, изображённых на рисунке 2, величины

$$x_{\sigma a} = \omega L_{\sigma a};$$

$$x_{\sigma f} = \omega L_{\sigma f};$$

$$x_{\sigma yd} = \omega L_{\sigma yd}$$

являются индуктивными сопротивлениями рассеяния обмоток статора, возбуждения и пусковой.

Продольный и поперечный токи статора при асинхронном режиме можно рассчитать по следующим выражениям:

$$\dot{i}_{ds} = \frac{\dot{U}}{Z_{ds}}; \dot{i}_{qs} = \frac{-j\dot{U}}{Z_{qs}}.$$

Если двигатель имеет полную успокоительную или пусковую обмотку, массивный ротор или массивные полюсы с междуполюсными перемычками, то параметры машины по разным осям при скольжениях $|s| \geq 0,05$ близки друг к другу и асинхронный режим является почти симметричным. При отсутствии успокоительной или пусковой обмотки и при шихтованном роторе сопротивления Z_{ds} и Z_{qs} отличаются друг от друга значительно.

Данные схемы замещения позволяют рассмотреть асинхронный режим работы СД с обмоткой возбуждения, при этом требуя приведения СД к эквивалентной двухфазной синхронной машине и рассмотрения физических процессов по двум осям.

На основе модели эквивалентной двухфазной синхронной машины (рисунок 3) также можно построить схему замещения магнитной цепи СД (рисунок 4) [5], при этом вводится ряд допущений:

1. Воздушный зазор равномерный;
2. Полная симметрия фазных обмоток статора и равенство их параметров, синусоидальное распределение потока в воздушном зазоре;
3. Равенство параметров демпферной обмотки по осям d и q .

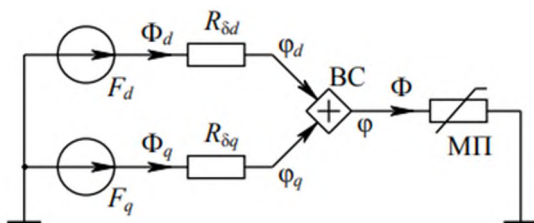


Рис. 4 – Схема замещения магнитной цепи

В состав данной схемы входят действующие по продольной и поперечной осям МДС:

$$F_d = \frac{1}{2}(w(i_d + i_{ed} + i_{yd}) + w_f i_f);$$

$$F_q = \frac{w}{2}(i_q + i_{eq} + i_{yq}),$$

где: w – число витков обмотки якоря, обмотки вихревых токов и успокоительной обмотки;

w_f – число витков обмотки возбуждения;

i_f – ток обмотки возбуждения;

i_e – вихревой ток;

i_y – ток успокоительной обмотки;

i_d, i_q – токи продольной и поперечной фаз статора.

Данные МДС создают продольный и поперечный магнитные потоки Φ_d и Φ_q , которые преодолевают магнитные сопротивления воздушного зазора $R_{\delta d}, R_{\delta q}$. На осях d и q создаются соответственно амплитуды скалярного магнитного потенциала φ_d, φ_q . Амплитуда скалярного магнитного потенциала и величина основного магнитного потока определяются равенствами:

$$\varphi = \sqrt{\varphi_d^2 + \varphi_q^2};$$

$$\Phi = \sqrt{\Phi_d^2 + \Phi_q^2}.$$

Представленная схема замещения (рисунок 4) позволяет рассмотреть магнитные процессы, происходящие в СД с обмоткой возбуждения, при этом учитываются потери от вихревых токов, но она требует рассмотрения процессов по двум осям и введения ряда допущений.

Вывод

В данной статье были рассмотрены шесть схем замещения СД двигателя с обмоткой возбуждения. Представленные схемы отличаются рассматриваемыми режимами работы СД и описываемыми физическими процессами. Рассмотренные схемы могут быть применены для исследования работы и определения параметров СД с обмоткой возбуждения.

Литература

1. Лицин К.В., Макаров Я.В., Царуш К.А. Влияние несинусоидального сигнала на величину потерь в системе с промежуточными трансформаторами // Наука и производство Урала, 2018. №14. С. 61-63.
2. Проскураков В.С., Соболев С.В. Синхронные электрические машины: учебное пособие. – Екатеринбург: ГОУ-ВПО УГТУ-УПИ, 2008. – 20 с.

- Лицин К.В., Басков С.Н. Система векторно-импульсного пуска высоковольтного синхронного двигателя с ограничением пусковых токов // ВЕСТНИК МЭИ, 2019. №3. С. 62-69.
- Сотников В.В. Электрические машины: в 2 ч. Ч. 2. Синхронные машины. Машины постоянного тока: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. – 126 с.
- Baskov S.N. Litsin K.V. Research of vector-pulse start system of synchronous motor with intermediate transformer and sensorless determination of angular rotor position with mathematical methods // 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016. DOI: 10.1109/ICIEAM.2016.7910955.
- Вольдек А.И. Электрические машины. Учебник для студентов высш. Техн. учебн. заведений. – 2-е изд. – Ленинград: Изд-во «Энергия», 1974. – 840 с.
- Тумаева Е.В. Математическая модель синхронного электропривода: монография. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2007. – 98 с.
- Лицин К.В., Ковальчук Т.В. Разработка методики бездатчикового определения углового положения ротора синхронного двигателя на основании дополнительного сигнала высокой частоты // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». 2019. Т. 19. № 3. С. 108-114.
- Лицин К.В. Анализ технико-экономических параметров системы высоковольтного электропривода переменного тока с промежуточными трансформаторами // Вестник Чувашского университета. 2019. № 3. С. 142-149.

Сведения об авторах

Лицин Константин Владимирович, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: k.litsin@rambler.ru

Шрам Владимир Александрович, студент, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», 454080, Россия, Челябинская обл., г. Челябинск, проспект Ленина, д. 76, E-mail: vladimir_schramme@mail.ru

Маннанов Наиль Ильдарович, студент, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», 454080, Россия, Челябинская обл., г. Челябинск, проспект Ленина, д. 76, E-mail: mannanov.nail74@gmail.com

Головко Сергей Александрович, студент, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», 454080, Россия, Челябинская обл., г. Челябинск, проспект Ленина, д. 76, E-mail: golovkos2001@mail.ru

УДК 004.42

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СКЛАДСКОГО УЧЁТА

Абдулвелеева Р.Р., Логинов Г.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Проектирование является важной частью разработки любого приложения. Развитие компьютерных технологий позволяет решить задачи актуальные для разработки складского учёта. Рассматриваются структурно-логические схемы работы приложения по складскому учёту.

Ключевые слова: автоматизация складского учёта, структурно-логические схемы.

Развитие компьютерных технологий позволяет решить большое количество задач актуальных для сферы разработки складского

учёта. Системы, предлагающие решения для электронной автоматизации документооборота, в том числе складского учета, занимают

одно из ведущих мест на рынке. Данная область актуальна для новых идей и разработок. Автоматизация складского учета позволяет снизить время, затрачиваемое на выполнение задач, связанных с обработкой документации.

Предприятие может имея столько же сотрудников может выполнять больше поставленных задач. Автоматизация складского учета позволит предприятиям избавиться от бумажной волокиты и нацелится на выполнение актуальных для развития бизнеса задач. Соответственно, предприятие, выбирающие наиболее эффективное решение для автоматизации, имеет больше шансов на успешное ведение бизнеса в условиях рыночной конкуренции.

Качественная работа приложения по складскому учёту зависит от степени проработанности организационных и структурно-логических схем работы информационной системы.

На рисунке 1 представленная структурно-логическая схема разрабатываемой информационной системы. Система обладает набором взаимодействий пользователя с интерфейсом: авторизация пользователя в системе, поиск позиций на складе, добавление новых позиций на склад, вывод позиций со склада, а также формирование отчета за выбранный период.

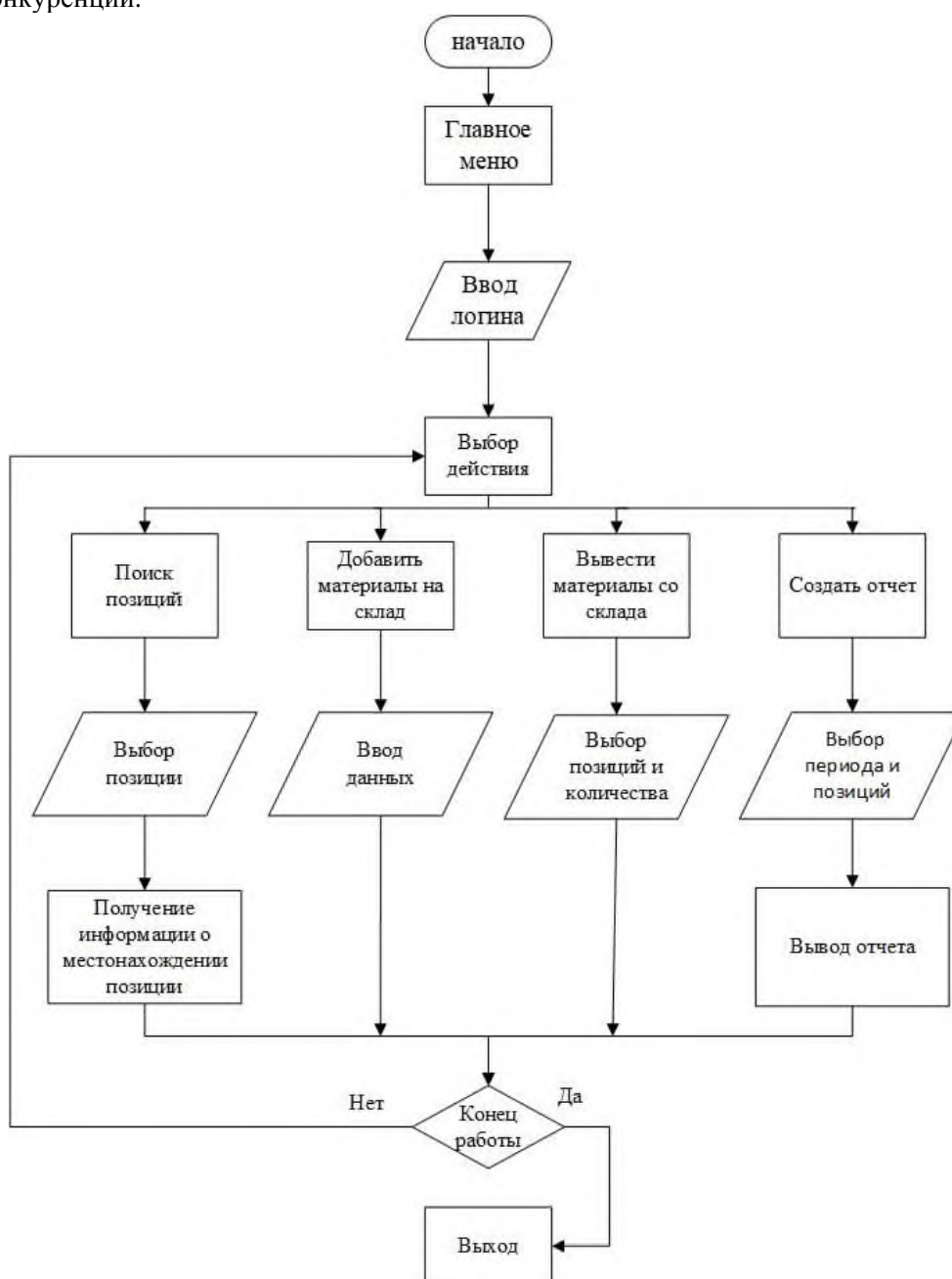


Рис. 1 – Общая схема работы приложения

Регистрация материалов на складе осуществляется в электронном формате. При выборе данной операции пользователю нужно заполнить информацию о добавляемой позиции и если данная позиция присутствует на складе, то программа просто обновляет количество и место нахождения позиции. Если позиция не найдена, то система добавляет новую позицию, схема работы продемонстрирована на рисунке 2.

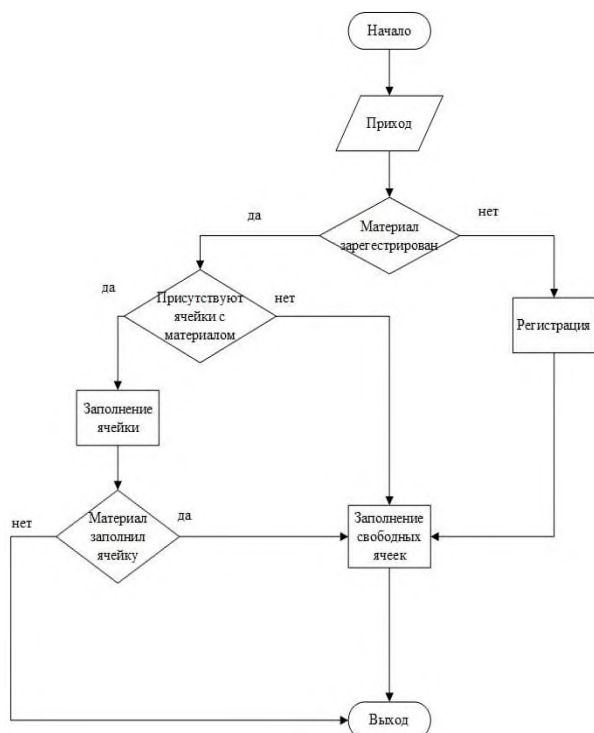


Рис. 2 – Добавление новых позиций

Списание материалов так же осуществляется в электронном формате. При выборе данной операции пользователь выбирает необходимую позицию, вводит количество для списания. Если количество для списания превышает наличие на складе или позиции нет в наличии совсем, программа выдаст отказ. Во всех остальных случаях произойдет списание позиции из ячейки, схема работы показана на рисунке 3.

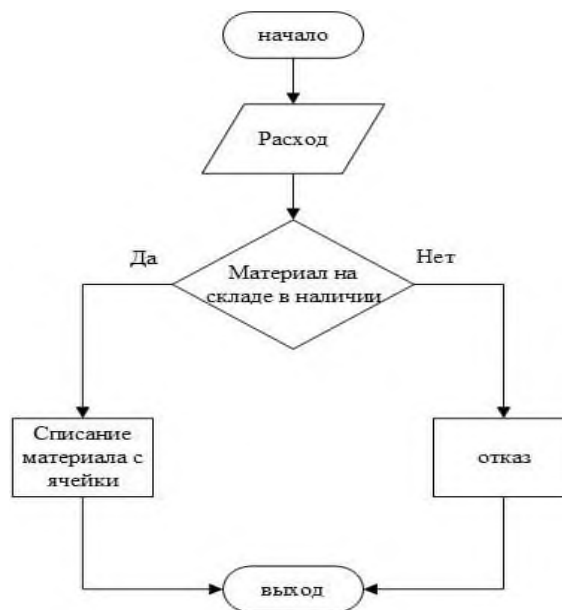


Рис. 3 – Приход материала

Поиск товаров для отгрузки будет проводиться путем поиска соответствующего товара в БД и просмотра информации о месте его хранения, затем для переучета, схема показана на рисунке 4.

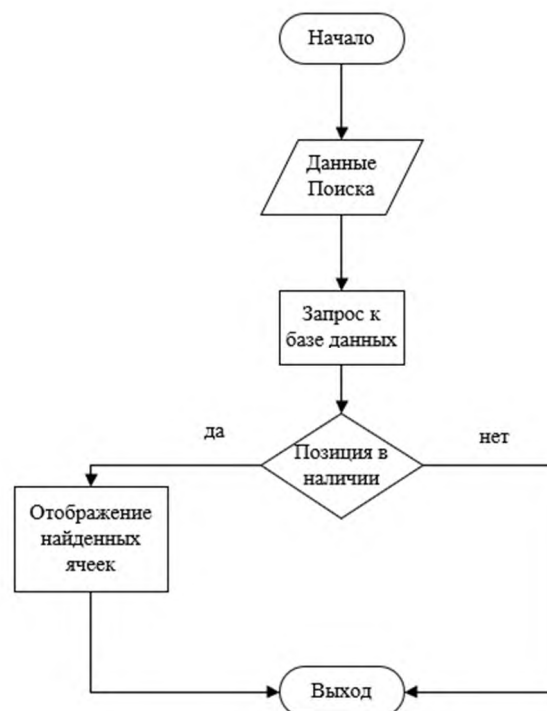


Рис. 4 – Поиск позиции на складе

Алгоритм работы поиска позиции по складу реализуется следующим образом: создается запрос к базе данных, который возвращает индексы массива, в которых содержатся искомый материал и степень заполненности ячейки.

Формирование документов отчетности производится автоматически системой по прошествии определенного промежутка времени (месяц, квартал, год).

На рисунке 5 представлена UML-диаграмма компонентов реализуемой системы.

Структура склада представляет собой массив, хранящий в себе сектора и ячейки склада. Ячейки бывают нескольких типов в зависимости от объема.

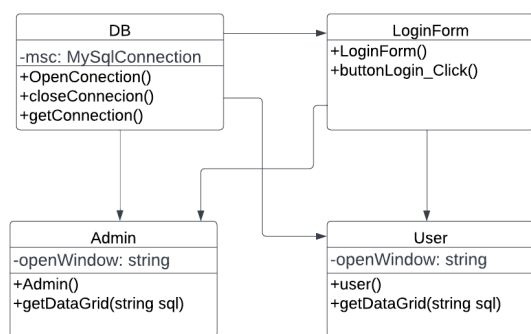


Рис. 5 – UML-диаграмма компонентов системы

Сведения об авторах

Абдулвелеева Рауза Рашитовна, канд. пед. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. e-mail: rashitovna-2011@mail.ru

Логинов Глеб Валерьевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

УДК 621.313.333.07

ПРОГРАММА РАБОТЫ «СВЕТОФОР» В TIA PORTAL

Шахновский А.Н., Белых Д.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Задача работы состоит разработке и исследовании автоматической системы управления модели программы «Светофор» в ПО TIA Portal.

Ключевые слова: автоматизация, светофор, система управления.

Автоматизация – неотъемлемый участник современного производства. Она позволяет частично или полностью освободить человека от исполнения циклических процессов, или процессов выполняющихся по строго заданному алгоритму. В устройствах с программным управлением в основном используют электрические системы автоматизации, значение роль которых в связи с этим в настоящее время резко возрастает.

Теоретическая модель для автоматизации – светофор. Это устройство было выбрано в силу не сложного

На основе предложенных схем разработано приложение по складскому учёту. В дальнейшем предполагается разработка UML-диаграмм.

Литература

1. Зиборов В.В. Visual C# 2012 на примерах. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 480 с.
2. Кудрина Е.В. Основы алгоритмизации и программирования на языке C# - М.: Изд. Юрайт, 2019. – 322 с.
3. Маркин А.В. Программирование на SQL в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – М.: Изд. Юрайт, 2017 – 362 с.

светофоре вводится в программном коде. С помощью данной программы можно управлять множеством светофоров.

На рисунке 1 представлена модель светофора, а также его пульт управления.

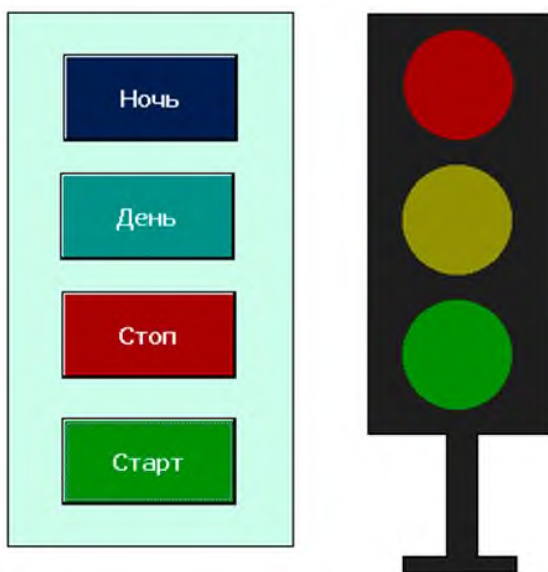


Рисунок 1 – Модель светофора и пульт управления

Для того, чтобы создать программу АСУ, был разработан технологический процесс работы модели светофор:

- Запуск системы осуществляется нажатием кнопки пуск.
- Переключение режима работы светофора (ночной, дневной) осуществляется нажатием кнопок день или ночь.
- Рабочий режим содержит последовательное переключение красного, желтого и зеленого цветов.
- Второй режим – дежурный. Его особенностью является постоянное мигание желтого цвета.

Выбор программы для автоматизации пал на TIA Portal. Эта программа создана для разработки программного обеспечения систем автоматизации технологических процессов от уровня приводов и контроллеров до уровня человеко-машинного интерфейса.

Компоненты АСУ и их серийные номера представлены на рисунке 2 и 3 соответственно.

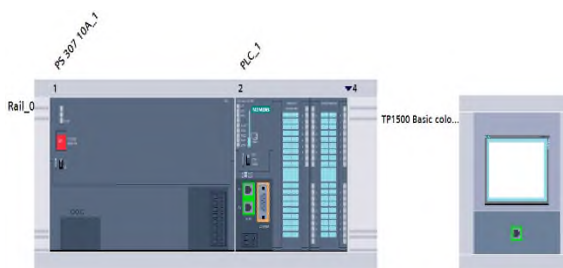


Рисунок 2 – Компоненты АСУ

Device port	Slot	Partner station	Partner device	Partner interface	Partner port	Cable data
▼ S7300ET200M station_1						
▼ PLC_1	2					
▼ PROFINETinterface_1	2 X2					
Port_1	2 X2 P...				Any partner	---
Port_2	2 X2 P...				Any partner	---
▼ HMI_3						
HMI_RT_3	1					
▼ HMI_3IE_CP_1	5					
▼ PROFINETinterface_1	5 X1					
Port_1	5 X1 P1				Any partner	---

Рисунок 3 – Серийные номера компонентов АСУ

Далее необходимо задаться таблицей тэгов, т. е. расписать все используемые в разработке АСУ входа, выхода и т. д. Данная таблица представлена на рисунке 4.

Name	Data type	Address	Retain	Access...	Visibl...	Comment
1. Стоп	Bool	%I.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Отключение системы
2. Пуск	Bool	%I.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Запуск системы
3. Переключатель_3	Bool	%M.0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. Переключатель_2	Bool	%M.0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5. Переключатель_1	Bool	%M.0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6. Переключатель	Bool	%M.0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7. Ночь	Bool	%M.0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Включение ночного режима
8. Ночной режим	Bool	%Q.0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9. Мигание	Bool	%M.0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10. Красный	Bool	%Q.0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11. Зеленый2	Bool	%Q.0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12. Зеленый1	Bool	%Q.0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13. Зеленый	Bool	%Q.1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14. Желтый3	Bool	%Q.1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15. Желтый2	Bool	%Q.0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16. Желтый1	Bool	%Q.0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17. Желтый	Bool	%Q.1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18. Дневной режим	Bool	%Q.0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Включение дневного режима
19. День	Bool	%I.0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20. Выключен	Bool	%I.0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21. Включен	Bool	%Q.0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Рисунок 4 – Таблица используемых тэгов

Программа АСУ была написана на языке LAD. Все её основные компоненты представлены на рисунках 5 - 10.

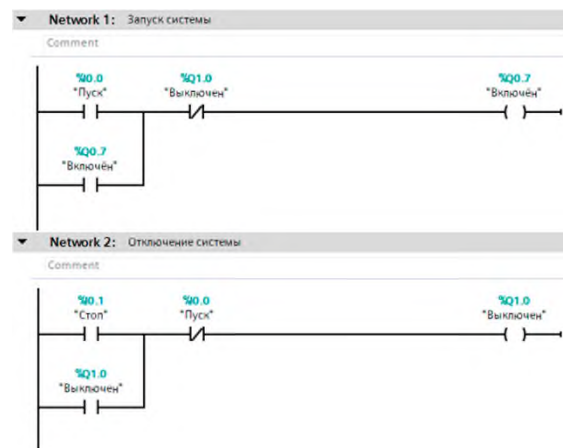


Рисунок 5 – Запуск и остановка системы

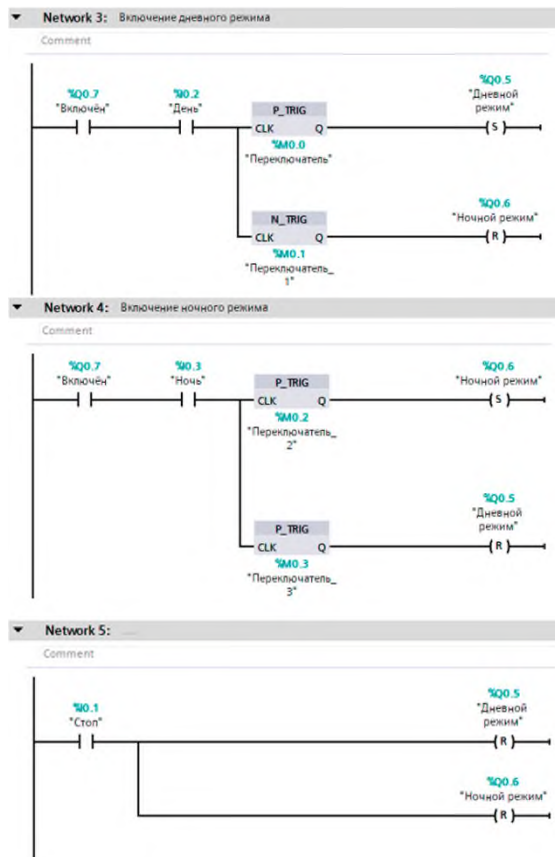


Рисунок 6 – Включение дневного и ночного режимов

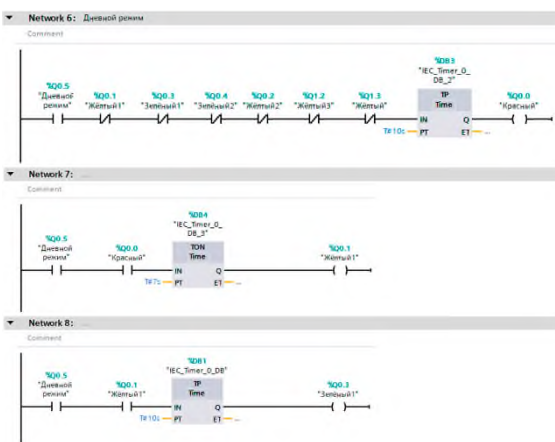


Рисунок 7 – Дневной режим

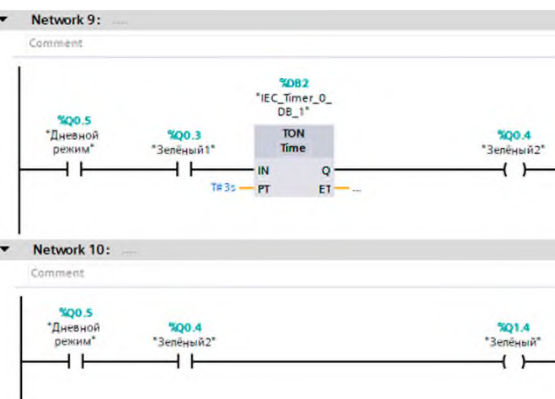


Рисунок 8 – Продолжение дневного режима

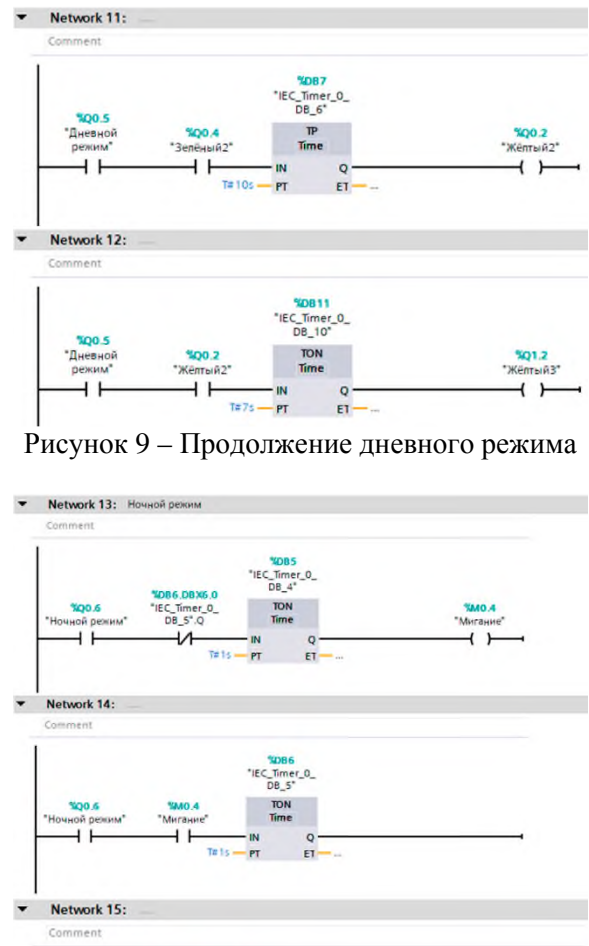


Рисунок 9 – Продолжение дневного режима

Рисунок 10 – Ночной режим

В результате работы получена АСУ, которая полностью обрабатывает свое технологическое задание, а также отражает современные требования к программированию электрических устройств.

Литература

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник. – Москва: Издательский центр «Академия», 2010. – 272 с.
2. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока. – Иваново: ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», 2010. – 298 с.

3. Белых Д.В., Белых П.В. Модернизация электропривода торцовочного станка в условиях ЗАО «РИФАР» // Наука и производство Урала. 2020. № 16. С. 56-58.

Сведения об авторах

Шахновский Александр Николаевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

Белых Дарья Васильевна, старший преподаватель кафедры электроэнергетики и электротехники, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: belykh.work@yandex.ru

УДК 338:6П7

ОБЗОР МОБИЛЬНЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Богданова В.С.

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) «ОГУ», г. Орск.

Аннотация: В данной статье рассматриваются понятие мобильного приложения и разновидности мобильных операционных систем.

Ключевые слова: программа, приложение, мобильные устройства, платформа, разработка.

Мобильное приложение – это компьютерная программа или программное обеспечение, предназначенное для работы на мобильном устройстве, таком как телефон, планшет или часы. Мобильные приложения часто противопоставляются настольным приложениям, которые предназначены для работы на настольных компьютерах, и веб-приложениям, которые запускаются в мобильных веб-браузерах, а не непосредственно на мобильном устройстве.

Изначально приложения предназначались для повышения производительности, например, для работы с электронной почтой, календарем и базами данных контактов, но общественный спрос на приложения вызвал быстрое распространение в других областях, таких как мобильные игры, автоматизация производства, GPS и услуги, основанные на местоположении, отслеживание заказов и покупка билетов, так что сейчас существуют миллионы приложений. Многие приложения

требуют доступа в Интернет. Они обычно загружаются из магазинов приложений, которые являются разновидностью платформ цифровой дистрибуции.

Большинство мобильных устройств продаются с несколькими приложениями, объединенными в виде предустановленного программного обеспечения, такими как веб-браузер, почтовый клиент, календарь, картографическая программа и приложение для покупки музыки, других мультимедиа или других приложений.

Приложения обычно доступны через платформы распространения, называемые магазинами приложений. Они могут управляться владельцем мобильной операционной системы устройства, например, App Store или Google Play Store; производителями устройств, такими как Galaxy Store и Huawei AppGallery; или третьими сторонами, такими как Amazon Appstore и F-Droid.

Некоторые приложения являются бес-

платными, в то время как другие имеют цену, которая может считаться предоплатой или подпиской. Некоторые приложения также включают микротранзакции, рекламу. В любом случае доход обычно делится между создателем приложения и магазином приложений. Следовательно, стоимость одного и того же приложения может отличаться в зависимости от мобильной платформы.

Первоначально мобильные приложения предлагались для общей производительности и поиска информации, основными были: электронная почта, календарь, контакты, информация о погоде. Однако общественный спрос и доступность инструментов разработки привели к быстрому распространению приложений на другие категории. Как и в случае с другим программным обеспечением, взрывной рост числа и разнообразия приложений сделал их доступность сложной задачей, что, в свою очередь, привело к созданию большого количества источников и рекомендаций, включая блоги, журналы и специализированные онлайн-сервисы по обнаружению приложений. В 2014 году государственные регулирующие органы начали пытаться регулировать приложения, особенно медицинские. Некоторые компании предлагают приложения в качестве альтернативного способа, имеющего определенные преимущества перед официальным сайтом.

С ростом количества мобильных приложений, доступных в магазинах приложений, и улучшением возможностей смартфонов, люди загружают на свои устройства все больше приложений.

Приложения в целом делятся на три типа: нативные приложения, гибридные и веб-приложения. Нативные приложения разрабатываются специально для мобильной операционной системы, как правило, iOS или Android. Веб-приложения написаны на HTML5 или CSS и обычно запускаются через браузер. Гибридные созданы для поддержки собственных и веб технологий на нескольких платформах. Более того, эти приложения легче и быстрее разрабатывать. Они предполагают использование единой кодовой базы, которая работает в нескольких мобильных операционных системах.

На современном рынке смартфонов существуют две доминирующие платформы. Одна из них – платформа iOS от компании Apple Inc. Платформа iOS – это операционная система, на которой работает популярная линейка смартфонов iPhone от Apple. Вторая – Android от Google. Операционная система

Android используется не только в устройствах Google, но и многими другими производителями для создания собственных смартфонов и других интеллектуальных устройств.

Хотя между этими двумя платформами есть некоторые сходства при создании приложений, разработка под iOS, и разработка под Android подразумевает использование различных комплектов средств разработки программного обеспечения (SDK) и различных инструментальных средств разработки. В то время как Apple использует iOS исключительно для своих собственных устройств, Google предоставляет Android другим компаниям при условии выполнения ими определенных требований, таких как включение определенных приложений Google в предоставляемые ими устройства.

iOS (ранее iPhone OS) – это мобильная операционная система, созданная и разработанная компанией Apple Inc. исключительно для своего оборудования. На ней работают многие мобильные устройства компании, включая iPhone и iPod Touch; (до появления iPadOS в 2019 году под её управлением работали планшеты iPad).

Пользовательский интерфейс iOS основан на прямом манипулировании с использованием мультисенсорных жестов, таких как смахивание, касание, сжатие и обратное сжатие. Элементы управления интерфейсом включают ползунки, переключатели и кнопки. Внутренние акселерометры используются некоторыми приложениями, чтобы реагировать на встряхивание устройства (один из распространенных результатов – команда отмены) или его вращение в трех измерениях (один общий результат – переключение между портретным и альбомным режимами).

Устройства iOS поставляются с предустановленными приложениями, разработанными Apple, включая Mail, Maps, TV, Music, FaceTime, Wallet, Health и многие другие.

Приложения для iOS в основном создаются с использованием компонентов UIKit, среды программирования. Это позволяет приложениям иметь согласованный внешний вид с операционной системой, тем не менее, предлагая индивидуальную настройку.

Сначала Apple не собиралась выпускать SDK для разработчиков, потому что они не хотели, чтобы сторонние приложения разрабатывались для iOS, а вместо этого использовались веб-приложения. Однако эта технология так и не вошла в широкое использова-

ние, что заставило Apple изменить свое мнение, поэтому в октябре 2007 года был анонсирован SDK для разработчиков и выпущен 6 марта 2008 года. SDK включает в себя полный набор инструментов разработки, включая аудиомикшер и симулятор iPhone. Его можно бесплатно загрузить для пользователей Mac. Чтобы протестировать приложение, получить техническую поддержку и распространять приложения через App Store, разработчики должны подписаться на программу Apple Developer Program.

В сочетании с Xcode SDK для iOS помогает разработчикам писать приложения для iOS с использованием официально поддерживаемых языков программирования, включая Swift и Objective-C.

Основной аппаратной платформой для iOS является архитектура ARM. Выпуски до iOS 7 можно запускать только на устройствах с 32-разрядными процессорами ARM. В 2013 году была выпущена iOS 7 с полной 64-разрядной поддержкой.

Это вторая по распространенности мобильная операционная система в мире после Android. В основном это проприетарное программное обеспечение, хотя некоторые его части являются открытым исходным кодом в соответствии с лицензией Apple Public Source License и другими.

Apple ежегодно предоставляет основные обновления операционной системы iOS через iTunes, а начиная с iOS 5, также по воздуху. Текущая стабильная версия, iOS 15, была выпущена 20 сентября 2021 года.

Android – это мобильная операционная система, основанная на модифицированной версии ядра Linux и другого программного обеспечения с открытым исходным кодом, предназначенная в основном для мобильных устройств с сенсорным экраном, таких как смартфоны и планшеты.

Сам Android бесплатен, а исходный код, известный как Android Open Source Project (AOSP), лицензируется по Apache License. Однако большинство устройств Android поставляются с предустановленным дополнительным программным обеспечением Google Mobile Services (GMS), которое включает в себя Google Chrome, платформу цифровой дистрибуции Google Play и связанную с ней платформу разработки Google Play Services.

Пользовательский интерфейс Android основан на прямых манипуляциях, использующих сенсорные вводы, которые соответствуют реальным действиям, таким как про-

листывание, касание, сжатие и обратное сжатие, наряду с использованием виртуальной клавиатуры. Также существует поддержка игровых контроллеров и полноразмерных физических клавиатур через Bluetooth или USB. Реакция на пользовательский ввод должна быть немедленной и обеспечивать плавный сенсорный интерфейс, часто используя вибрационные возможности для обеспечения тактильной обратной связи. Внутреннее оборудование, такое как акселерометр, гироскоп и датчик приближения, используется некоторыми приложениями для реагирования на дополнительные действия пользователя, например, переключение экрана с портретной на альбомную ориентацию.

Приложения, которые расширяют функциональные возможности устройств (и должны быть 64-битными), пишутся с использованием комплекта разработки программного обеспечения Android (SDK) и, часто, языка программирования Kotlin. Всё ещё есть поддержка Java, C и C++, которые можно комбинировать между собой.

SDK включает в себя полный набор инструментов разработки, включая отладчик, программные библиотеки, эмулятор телефона, документацию, примеры кода и руководства. С декабря 2014 года основной интегрированной средой разработки стала Android Studio, основанная на IntelliJ IDEA.

Основной аппаратной платформой для Android является ARM, архитектуры x86 и x86-64 также официально поддерживаются в более поздних версиях Android.

Android является самой продаваемой ОС в мире на смартфонах с 2011 года и на планшетах с 2013 года. В 86% смартфонов, проданных во всём мире во втором квартале 2014 года, была установлена операционная система Android. По состоянию на май 2021 года, у нее более трех миллиардов ежемесячных активных пользователей, что является самой большой установленной базой среди всех операционных систем, а по состоянию на январь 2021 года в магазине Google Play Store представлено более 3 миллионов приложений.

Google ежегодно объявляет о крупных обновлениях Android. Обновления можно устанавливать на устройства по беспроводной сети. Android 12, выпущенная 4 октября 2021 года, является последней версией.

Также для Android-разработки было создано множество удобных технологий, распространяемых в том числе через загружаемые библиотеки. Часть из таких исполь-

зуется в разработанном приложении.

Мобильные устройства имеют множество ограничений и особенностей, большинство из которых довольно очевидны. Вызваны они ограниченными размерами и спецификой взаимодействия, среди основных можно выделить: небольшая производительность, ограниченность ресурсов (память, батарея, интернет), особая форма экрана, способ взаимодействия с системой, наличие особых функций и датчиков, таких как камера, определение местоположения, вибрация, акселерометр, гироскоп.

Многие технические ограничения можно предвидеть, проектируя операционные системы и инструменты разработки достаточно безопасными и эффективными – что позволяет разработчику охватить большинство вариантов использования приложения и обеспечить максимальную совместимость. Но всё же не стоит забывать, что приложение будет работать на особом устройстве с ограниченными ресурсами, поэтому необходимо проводить тесты на различных устройствах, используя реальные устройства или эмулятор. Это позволит выявить многие специфичные баги, среди которых: неправильное отображение интерфейса на устройствах разной диагонали, неоптимальная работа с ресурсами – что может привести к быстрой разрядке, большому расходу интернет-трафика и зависаниям.

Если не заниматься тестированием и не отслеживать подобные баги, то в ответ можно получить довольно резкую реакцию пользователя, за которой может последовать не только удаление приложения, но и негативный отзыв. Такая реакция связана с особым восприятием мобильного устройства.

Пользователь воспринимает устройство как часть личного пространства, поэто-

му относится к самому устройству, данным и приложениям на нём с особой настороженностью. И если что-то пойдёт не так, как он себе это представляет, то в большинстве случаев будет виновато приложение, которое он использовал.

Помимо отслеживания багов и недочётов не стоит забывать, что пользователи ожидают увидеть приложение с быстрым откликом и интуитивно понятным интерфейсом. В целом, цель дизайнера мобильного пользовательского интерфейса – это, прежде всего, понятность и удобство.

Литература

1. Android Developers. URL: <https://developer.android.com/> (дата обращения: 21.12.2021).
2. Android (operating system). URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(operating_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)) (дата обращения: 09.12.2021).
3. Android Studio. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Android_Studio (дата обращения: 12.12.2021).
4. Difference Between MVP and MVVM Architecture Pattern in Android. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-mvp-and-mvvm-architecture-pattern-in-android/> (дата обращения: 12.12.2021).
5. Guide to Mobile App Design – 10 Quick & Actionable UI UX Tips. URL: <https://www.ideatheorem.com/insights/guide-mobile-app-design-quick-ui-ux-tips/> (дата обращения: 12.12.2021).
6. Firebase Documentation. URL: <https://firebase.google.com/docs/> (дата обращения: 18.04.2022).

Сведения об авторах

Богданова Вера Сергеевна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ», 462403, Россия, Оренбургская обл., г. Орск, пр. Мира, 15-А. E-mail: bogdanovavs@mail.ru

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИЙ УПАКОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Цуканов А.В., Лицин К.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Создана программа автоматизации технологического процесса паллетайзера в программе Tia Portal. Произведен выбор ПЛК и датчиков. С помощью программного обеспечения FACTORY I/O смоделирована работа созданного сценария.

Ключевые слова: паллетайзер, автоматизация технологического процесса, программируемый логический контроллер, индуктивные и ёмкостные датчики, программное обеспечение FACTORY I/O.

Автоматическое управление во много раз выигрывает в производительности по сравнению с ручным. Целью статьи является разработка программного обеспечения для выполнения функций упаковочного оборудования (паллетайзера).

Паллетайзер - это оборудование, которое формирует ряд или слой коробов (мешков, бутылок), который затем укладываются на поддон. В технологической цепочке паллетайзер является частью завершающих линий автоматизированной упаковки [1-2].

Актуальные исследования в области электропривода связаны с внедрением автоматизированных мехатронных систем [3-5].

Современные тенденции развития автоматизации направлены в сторону разработки таких автоматизированных систем, которые способны выполнять все необходимые действия без человеческого вмешательства.

В качестве основного управляющего программируемого логического контролера использовано оборудование фирмы Siemens Simatic S7-1200.

Программа для управления технологическим процессом паллетайзера написана в программе TIA Portal на визуализированном языке программирования STL.

Для имитации системы автоматизации управления использовано программное обеспечение FACTORY I/O. Вид созданного сценария представлен на рисунке 1.

Автоматизация процесса невозможна без применения датчиков. В тех случаях, когда необходимо бесконтактное обнаружение, подсчет или позиционирования объектов, применяют индуктивные или емкостные датчики.

Датчики различаются между собой расстоянием срабатывания. Немецкая компания Siemens, а также российская компания

ОВЕН предлагают различные модификации индуктивных и емкостных датчиков с диапазоном чувствительности от 2 до 45 и от 3 до 30 мм соответственно.



Рис. 1 - Сценарий паллетайзера

Для реагирования на перемещение деревянного поддона используются емкостные датчики.

Для обнаружения коробок и поддона установлены лазерные рефлекторные оптические датчики [7-8].

При проверке работы написанной программы с помощью симулятора каких-либо недочетов не выявлено. Скриншот программы во время работы паллетайзера представлен на рисунке 2.



Рис. 2 - Скриншот программы во время работы паллетайзера

Таким образом, написанная программа может быть применена на предприятиях для автоматического управления технологическим процессом паллетайзера.

Литература

1. Вестхюз Р. Разработки в области технологии паллетирования // Цемент и его применение. 2015. № 4. С. 64-67.
2. Бородушкина А.Е. Автоматизация и роботизация складов // Мавлютовские чтения: материалы XIV Всероссийской молодежной научной конференции. – Уфа, 2020. С. 14.
3. Litsin, K.V., Tsukanov, A.V., Zhenenko, A.I. Development of an automatic system for regulating sinter burden moisture at JSC «Ural Steel» // Proceedings - 2021 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2021, p. 557-560.
4. Litsin, K.V., Tsukanov, A.V. Automated Electric Drive for the Control System of a Two-Coordinate Welding Machine // Steel in Translation, 2021, 51(5), p. 314–319.
5. Ганин Д.Р., Лицин К.В., Гусев А.А., Ковальчук Т.В. Разработка системы автоматизированного электропривода для подачи шлакообразующих смесей в кристаллизатор МНЛЗ-2 АО «Уральская Сталь» // Наука и производство Урала, 2018. № 14. С. 51-54.
6. Litsin K.V., Tsukanov A.V. Automated electric drive for the control system of two-coordinate welding machine // Izvestiya Ferrous Metallurgy, 2021, 64(5), С. 382–388.
7. Цуканов А.В. Внедрение автоматической системы паллетирования в условиях цементного производства // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д. И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р. З. Магарила. Том 1. Химия и химические технологии. Биотехнология и продовольственная безопасность. Энергетика, электротехника и приборостроение. – Тюмень: ТИУ, 2022. С. 452-454.
8. Цуканов А.В., Лицин К.В. Исследование двухдвигательной системы электропривода подъема паллетайзера// Материалы Международной научно-практической конференции им. Д. И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р. З. Магарила. Том 1. Химия и химические технологии. Биотехнология и продовольственная безопасность. Энергетика, электротехника и приборостроение. – Тюмень: ТИУ, 2022. С. 454-456 с.

Сведения об авторах

Цуканов Андрей Витальевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: 03-06-2000@mail.ru.

Лицин Константин Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: k.litsin@rambler.ru.

УДК 621.313.333.07

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗАЦИИ МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЦЫ

Калинин Р.Н., Белых Д.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье предложен вариант автоматизации микроклимата в теплице на базе контроллера «ОВЕН». Так же была разработана схема размещения устройств и написан алгоритм работы программы.

Ключевые слова: программируемый логический контроллер, автоматизация, микроклимат, обогрев теплицы.

Население России стареет: сегодня каждый четвёртый житель нашей страны – пенсионер, а к 2030 году лица старшего поколения будут составлять почти треть населения. Пожилую человеку тяжело самостоятельно справляться с большими физическими нагрузками. Автоматизация теплицы позволит облегчить уход за растениями в период огородно-садовых работ.

В ходе разработки были выбраны основные функции, которые необходимы для автономной работы теплицы: обогрев воздуха, обогрев корней, освещение, полив. Для написания программы нужно было построить блок-схему, на которой был бы виден алгоритм работы.

При запуске контроллера происходит анализ времени суток. С 6:00 до 20:00 включаются лампы. В 21:00 включается обогрев корней, который работает до 6:00. Далее цикл повторяется. Если время 13:00, то включается полив, после которого начина-

ся отсчёт 48 ч. По истечению времени снова происходит полив, а далее цикл повторяется. Во временном промежутке с 6:00 до 00:00 измеряется температура, и, если она ниже 30°, включается обогрев до 30°. Если же временной промежуток 00:00-6:00, то обогрев включается до 20°, если нынешняя температура ниже 2°.

Проект было решено реализовывать на базе контроллера ОВЕН на бесплатном программном обеспечении CoDeSys. ОВЕН был выбран, потому что в современных условиях развития рынка автоматизации, сложностей с приобретением и заменой модулей и блоков автоматики этой фирмы, нет.

Была написана программа для трёх функций: полив, освещение и прогрев корней.

На рисунке 1 представлены основные параметры для написания программы автоматизации.

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
k_vkl:BOOL; //кнопка включения контроллера
k_poliv:BOOL; //кнопка для включения полива вручную
q_lamps:BOOL; //лампы
q_roots:BOOL; //обогрев корней
q_poliv:BOOL; //автополив
TOF_0: TOF; //таймер работы ламп
TON_0: TON; //таймер запуска обогрева корней
TON_1: TON; //таймер полива
TON_2: TON; //таймер, отсчитывающий время до следующего полива
```

Рисунок 1 – Основные параметры автоматизации

На рисунке 2 контроллер находится в выключенном состоянии.

После нажатия кнопки включаются лампы, так же начинается отсчёт до выключ-

чения освещения и отсчёт до включения обогрева корней, что видно на рисунке 3.

На рисунке 4 представлена реализация работы полива.



Рисунок 2 – Контроллер в выключенном состоянии

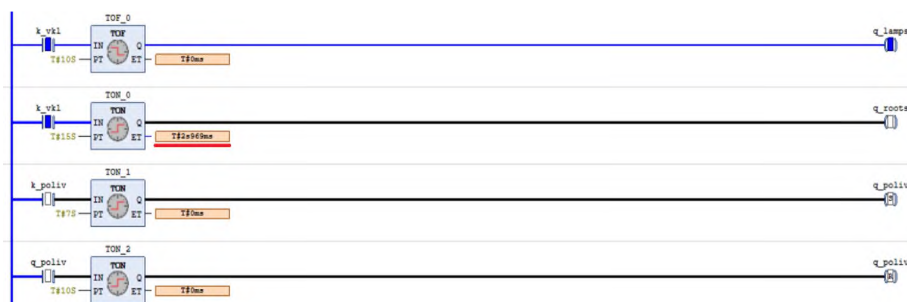


Рисунок 3 – Основная часть работы контроллера

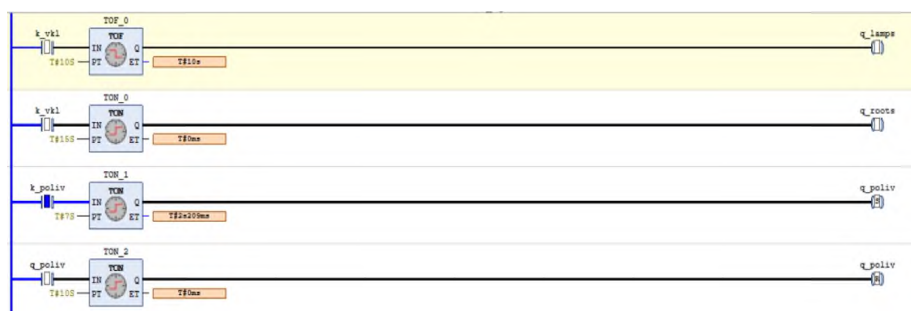


Рисунок 4 – Работа контроллера на полив

По итогу была получена рабочая программы автоматизации теплицы, которая без ошибок осуществляет все этапы проекта, заданные ранее.

Литература

1. «Умная» теплица: особенности конструкции и этапы автоматизации. - <https://dekoriko.ru/teplica/umnaya/>
2. Белых Д.В., Лицин К.В. Внедрение частотного привода в механизм переме-

щения крана-перегрузателя// В сборнике: 25 Энергетика. Проблемы и перспективы развития. материалы IV Всероссийской молодежной научной конференции. Научное электронное издание. 2019. С. 82-84.

3. Белых Д.В., Белых П.В. Модернизация электропривода торцовочного станка в условиях ЗАО «РИФАР» // Наука и производство Урала. 2020. №16. С. 56–58.

Сведения об авторах

Калинин Роман Николаевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

Белых Дарья Васильевна, старший преподаватель кафедры электроэнергетики и электротехники, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: belykh.work@yandex.ru

УДК 004.42

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СКЛАДСКОГО УЧЁТА

Абдулвелеева Р.Р., Гаврилов А.А.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Описан интерфейс приложения для складского учёта товара. Приложение разработано в среде Visual Studio 2022 на языке программирования С# и языке запросов sql базы данных. При создании информационной системы используется статическое размещение товара на складе. Реализован метод статического размещения по ячейкам, а также авторизация пользователя и администрирование доступа к данным.

Ключевые слова: автоматизация складского учёта, автоматизация документооборота.

Складской учет является неотъемлемой частью работы большинства предприятий. С появлением ЭВМ большее количество возникающих проблем актуальных для этой сферы, свелось к минимуму. В динамично развивающемся мире системы, предлагающие решения для электронной автоматизации документооборота, в том числе складского учета, заняли прочное место на стремительно растущем рынке. Рост рынка указывает на то, что данная область актуальна для новых идей и разработок. Автоматизация складского учета приведет к снижению затрачиваемого на выполнение задач времени, что позволит сотруднику меньше заниматься рутинной работой по обработке документации и больше уделять внимания актуальным задачам.

Разработанное приложение является системой с авторизованным доступом, поэтому при запуске работа с программой начинается с формы авторизации.

С целью реализации приложения была выбрана среда программирования – Visual Studio 2022, язык программирования С#, а также sql базы данных.

При создании информационной системы используется статическое размещение товара. Данный метод предполагает, что за товаром закреплена определенная ячейка склада. Как только товар поступает на склад, товар приходится по количеству и наименованию. Информация вносится в систему складского учета. Далее определяется наличие оптимальной свободной ячейки склада, после чего полный адрес ячейки присваивается принятому товару, и товар отправляется на хранение.

Окно авторизации показано на рисунке 1.

Рис.1 – Форма авторизации

После авторизации в аккаунте администратора открывается главная форма управления складом (рисунок 2). На данной форме представлена таблица с основными позициями склада, кнопки, позволяющие редактировать данные в таблицах склада. Пример таблицы показан на рисунке 2.

Ячейка	Заполненность	Материал
1.1.1.1	10	Ведро
1.1.1.2	7	Гвозди 12мм
1.1.1.3	6	Корыто строите...
1.1.1.4	4	Шруповерт
1.1.1.5	10	Молоток
1.1.1.6	10	лопата
1.1.1.7	4	Гвозди 12мм
1.1.1.8	3	Саморезы 30мм
1.1.1.9	10	Ведро с краско...
1.1.2.1	10	Тюбик с краско...
1.1.2.2	10	Топор
1.1.2.3	5	Шруповерт

Рис.2 – Главная форма управления складом

На форме также присутствует поиск и выпадающее меню выбора действий. Если пользователь является администратором, то в данном меню появляются вкладки редактирования позиций и редактирования списка сотрудников. Пример показан на рисунке 3.

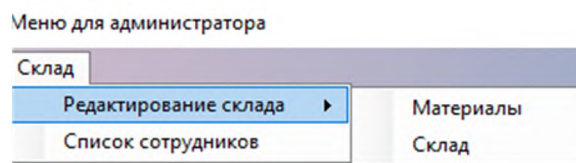


Рис.3 – Выпадающее меню для администратора

В меню для администратора также имеется возможность управления учетными записями сотрудников. Пример показан на рисунке 4.

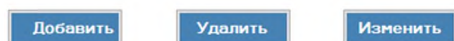
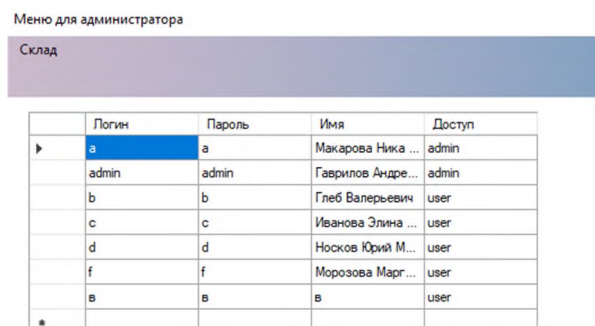


Рис. 4 – Список учетных записей

администратор может создавать, удалять и редактировать учетные записи, а также выдавать права доступа администратора. Пример показан на рисунке 5.

Сведения об авторах

Абдулвелеева Рауза Рашитовна, канд. пед. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. e-mail: rashitovna-2011@mail.ru

Гаврилов Андрей Алексеевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. e-mail: nf@misis.ru

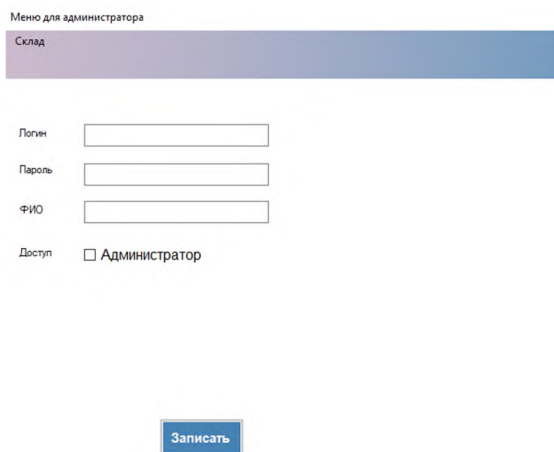


Рис. 5 – Создание учетной записи

В процессе разработки приложения были изучены концепции взаимодействия с базой данных для обработки входных и выходных данных, техническая документация необходимая для реализации обработки данных в информационной системе. Информационная система скомпилирована в приложение для ОС Windows. Разработаны необходимые для функционирования системы компоненты (классы), такие как DB, LoginForm, Admin, User.

Литература

1. Зиборов В.В. Visual C# 2012 на примерах. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 480 с.
2. Кудрина Е.В. Основы алгоритмизации и программирования на языке C# – М. Изд. Юрайт, 2019. – 322 с.
3. Маркин А.В. Программирование на SQL в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – М.: Изд. Юрайт, 2017 – 362 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

УДК 532.546

ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОНВЕКТИВНОЙ ДИФФУЗИИ В ПОРИСТОМ ПЛАСТЕ-КОЛЛЕКТОРЕ

Гюнтер Д.А.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В работе сформулирована математическая задача конвективной диффузии при условии идеальной непроницаемости окружающих пористый пласт пород. Проведено построение точного математического решения при универсальном краевом условии, позволяющее учесть многие факторы, возникающие при закачке жидких радиоактивных растворов. Осуществлен анализ полученного общего решения при постоянной плотности радиоактивной фракции при $r = 0$.

Ключевые слова: методы математической физики, уравнение конвективной диффузии, закачка радиоактивных растворов

Введение. В настоящее время наиболее распространенным способом утилизации радиоактивных отходов атомной промышленности и химических производств является закачка их в виде жидких растворов в глубокозалегающие пласты. Захоронение жидких радиоактивных отходов производится на полигонах, в пределах которых имеется система нагнетательных скважин. Посредством этих скважин происходит удаление жидких радиоактивных отходов в глубокозалегающие пористые пласты. Из-за большой экологической опасности захоронение радиоактивных изотопов в подземных горизонтах требует создания надежных методов прогнозирования динамики распространения радиоактивных примесей, что приводит к необходимости решения краевых задач конвективной диффузии в пористых средах. Соответствующие задачи обладают большим разнообразием, и решение их зачастую сопряжено со значительными трудностями. Задача о распространении радиоактивных примесей в пористом глубокозалегающем пласте, в который закачивается жидкость с растворенными радиоактивными веществами, является фундаментальной для подземного захоронения радиоактивных отходов (и отходов химических производств), а также для изучения последствий подземных ядерных взрывов.

Математическая формулировка задачи массопереноса. На рис.1 представлена геометрия задачи в цилиндрической системе координат, ось z_d , которой совпадает с осью скважины. Среда представлена тремя обла-

стями с плоскими границами раздела $z_d = \pm h$. Закачка примесей в область $-h < z_d < h$ производится из скважины радиуса r_0 , покрывающей и подстилающей пласты считаются непроницаемыми; средняя область толщины $2h$ является пористой; все пласты считаются однородными и анизотропными по диффузионным свойствам. Наблюдение ведется на расстоянии r_d от оси скважины

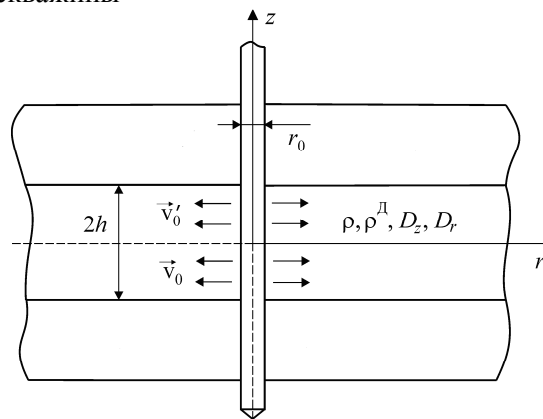


Рис. 1 Геометрия задачи

Через скважину малого (по сравнению с расстоянием до точки наблюдения) радиуса r_0 в горизонтальный бесконечный пласт толщиной $-h < z_d < h$ закачивается вода с растворенной примесью радиоактивных веществ плотностью ρ_0 . Концентрация загрязнителя в пласте изменяется за счет конвективного переноса вдоль направления r , диф-

фузии вдоль r , z и радиоактивного распада загрязнителя.

Математическая постановка задачи конвективного массопереноса с учетом

начального, граничных условий и условия регулярности имеет вид:

$$\frac{\partial \rho_w}{\partial \tau} - D_z \frac{\partial^2 \rho_w}{\partial z_d^2} - \frac{D_r}{r_d} \frac{\partial}{\partial r_d} \left(r_d \frac{\partial \rho_w}{\partial r_d} \right) + \frac{v'_0 r_0}{r_d} \frac{\partial \rho_w}{\partial r_d} = -\alpha \rho_w, \quad |z_d| \leq 1,$$

$$\rho_w|_{r_d=0} = \rho_{0w}, \quad \rho_w|_{\tau=0} = 0,$$

$$\rho|_{r \rightarrow \infty} = 0, \quad \left. \frac{\partial \rho_w}{\partial z_d} \right|_{|z_d|=h} = 0.$$

Обезразмеривание задачи осуществим с помощью следующих выражений:

$$\rho = \frac{\rho_w}{\rho_0}, \quad z = \frac{z_d}{h}, \quad r = \frac{r_d}{h}, \quad t = \frac{D_z \tau}{h^2}, \quad D = \frac{D_r}{D_z},$$

$$Pd = \frac{v'_0 r_0}{D_z}, \quad Ad = \frac{\alpha h^2}{D_z}, \quad f(t, z) = \frac{\rho_{0w}}{\rho_0}.$$

Здесь обезразмеривание плотности радиоактивного загрязнителя, в отличие от работ [1, 2], осуществляется через плотность ρ_0 – плотность радиоактивного раствора, закачивающегося в скважину. Что позволяет учесть неравномерность распределения плотности радионуклидной фракции в растворе, вызванного различными химическими и физическими факторами. В том числе, возможность учесть изменение режима закачки растворов (изменение объемов закачки) по

различным технологическим причинам. Заметим, что параметр задачи Pd является лишь аналогом параметра Пекле (Pe), так как нормируется на коэффициент диффузии D_z вдоль оси z . Можно показать, что параметр Пекле связан с параметром задачи простой зависимостью: $Pe = \frac{Pd}{D}$.

Математическая постановка задачи с учетом (2) примет вид

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} - \frac{\partial^2 \rho}{\partial z^2} - \frac{D}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \rho}{\partial r} \right) + \frac{Pd}{r} \frac{\partial \rho}{\partial r} = -Ad \rho, \quad |z| \leq 1,$$

с начальным и краевыми условиями вида:

$$\rho|_{t=0} = 0, \quad \rho|_{r=0} = f(t, z), \quad \left. \frac{\partial \rho}{\partial z} \right|_{|z|=1} = 0.$$

С помощью интегрального преобразования Лапласа-Карсона, задача (3)–(4) примет вид:

$$\frac{\partial^2 \rho^u}{\partial z^2} + \frac{D}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \rho^u}{\partial r} \right) - \frac{Pd}{r} \frac{\partial \rho^u}{\partial r} = (p + Ad) \rho^u, \quad |z| \leq 1,$$

с начальным и краевыми условиями вида:

$$\rho^u|_{r=0} = f^u(z), \quad \left. \frac{\partial \rho^u}{\partial z} \right|_{|z|=1} = 0.$$

Для разделения переменных представим решение в виде произведения двух функций

$$\rho^u = Z^u(z) \cdot R^u(r).$$

Имеем

$$\frac{1}{Z} \frac{\partial^2 Z^u}{\partial z^2} + \frac{1}{R} \left(\frac{D}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial R^u}{\partial r} \right) - \frac{Pd}{r} \frac{\partial R^u}{\partial r} \right) = (p + Ad), \quad |z| \leq 1,$$

Тогда

$$\begin{cases} \frac{d^2 Z^u}{dz^2} = -\mu^2 Z^u \\ D \frac{d^2 R^u}{dr^2} - \left(\frac{Pd-D}{r} \right) \frac{dR^u}{dr} - (p + Ad + \mu^2) R^u = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Решением первого уравнения системы является:

$$Z^u(z) = C_1 \cos(\mu z) + C_2 \sin(\mu z). \quad (9)$$

Применяя граничное условие (6), определяющее равенство нулю диффузионных потоков, получаем

$$\begin{cases} -C_1 \mu \sin(\mu) + C_2 \mu \cos(\mu) = 0 \\ C_1 \mu \sin(\mu) + C_2 \mu \cos(\mu) = 0 \end{cases}, \quad (10)$$

Для получения нетривиальных решений необходимо потребовать равенство нулю определителя системы, т.е.

$$\begin{aligned} -2\mu^2 \sin(\mu) \cos(\mu) &= 0 \text{ или } \sin(2\mu) = 0 \\ \mu_n &= \frac{\pi}{2} n, \quad n = 0, 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (11)$$

Решение (9) с учетом (11) принимает вид:

$$Z^u(z) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left[C_{1n} \cos\left(\frac{\pi}{2} n z\right) + C_{2n} \sin\left(\frac{\pi}{2} n z\right) \right]. \quad (12)$$

Рассмотрим второе уравнение системы (8)

$$D \frac{d^2 R^u}{dr^2} - \left(\frac{Pd-D}{r} \right) \frac{dR^u}{dr} - (p + Ad + \mu^2) R^u = 0.$$

Совершая замену переменной

$$x = \frac{r}{\sqrt{D}} \sqrt{p + Ad + \mu^2}, \quad (13)$$

получаем

$$\frac{d^2 R^u}{dx^2} - \frac{b}{x} \frac{dR^u}{dx} - R^u = 0, \quad (14)$$

где

$$b = \frac{Pd}{D} - 1 = Pe - 1.$$

Для того чтобы избавиться от постоянной b в уравнении (14), примем

$$R^u = x^{\frac{b+1}{2}} \cdot u(x) \quad (15)$$

Подставляя решение (15) в уравнение (14) и приводя подобные слагаемые, получаем следующее уравнение

$$x^2 \frac{d^2 u}{dx^2} + x \frac{du}{dx} - \left(\left(\frac{b+1}{2} \right)^2 + x^2 \right) u = 0. \quad (16)$$

Уравнение (16) представляет собой уравнение Бесселя, решения которого известны, и равны $u(x) = C_3 I_\nu(x) + C_4 K_\nu(x)$. (17)

Здесь $I_\nu(x)$ и $K_\nu(x)$ – модифицированные функции Бесселя порядка ν , где

$$\nu = \frac{b+1}{2} = \frac{Pd}{2D} = \frac{1}{2} Pe. \quad (18)$$

С учетом условия регулярности на бесконечности, полагаем в (17), что $C_3 = 0$. Тогда решение (17) с учетом замен (13) и (15) принимает вид:

$$\rho^u(r) = C_4 \left(r \sqrt{\frac{p + Ad + \mu^2}{D}} \right)^{\nu} K_{\nu} \left(r \sqrt{\frac{p + Ad + \mu^2}{D}} \right). \quad (19)$$

Общее решение уравнения для пористого слоя с учетом выражений (7), (12) и (19) запишется в виде:

$$\rho^u = \left(C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left[C_{1n} \cos\left(\frac{\pi}{2} n z\right) + C_{2n} \sin\left(\frac{\pi}{2} n z\right) \right] \right) \times \left(r \sqrt{\frac{p + Ad + \mu^2}{D_0}} \right)^{\nu} K_{\nu} \left(r \sqrt{\frac{p + Ad + \mu^2}{D_0}} \right) \quad (20)$$

Подставляя найденное решение в граничное условие (6), имеем

$$\rho^u \Big|_{r=0} = f^u(z) = \frac{\Gamma(\nu)}{2^{1-\nu}} \left(C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left[C_{1n} \cos\left(\frac{\pi}{2} n z\right) + C_{2n} \sin\left(\frac{\pi}{2} n z\right) \right] \right). \quad (21)$$

Было использовано асимптотическое представление функции Макдональда [3] при $z \rightarrow 0$

$$K_{\nu}(z) \cong \frac{1}{2} \Gamma(\nu) \left(\frac{2}{z} \right)^{\nu},$$

здесь $\Gamma(\nu)$ – Гамма-функция [3], где ν определяется выражением (18).

На основании теории задач о собственных значениях, собственные функции $Z_n(z)$ ортогональны, т.е.

$$\int_{-1}^1 \cos\left(\frac{\pi}{2} n z\right) \cos\left(\frac{\pi}{2} m z\right) dz = \delta_{n,m}, \quad \int_{-1}^1 \sin\left(\frac{\pi}{2} n z\right) \sin\left(\frac{\pi}{2} m z\right) dz = \delta_{n,m}$$

где $\delta_{n,m}$ – символ Кронекера.

Вычислим квадрат нормы собственных функций

$$\int_{-1}^1 \left(\cos\left(\frac{\pi}{2} n z\right) + \sin\left(\frac{\pi}{2} n z\right) \right)^2 dz = 2.$$

Согласно теории разложения функций в ряд Фурье, определим коэффициенты C_n :

$$C_0^u = \frac{1}{2} \cdot \frac{2^{1-\nu}}{\Gamma(\nu)} \int_{-1}^1 f^u(z') dz', \quad (22)$$

$$C_{1n}^u = \frac{2^{1-\nu}}{\Gamma(\nu)} \int_{-1}^1 f^u(z') \cos\left(\frac{\pi}{2} n z'\right) dz', \quad C_{2n}^u = \frac{2^{1-\nu}}{\Gamma(\nu)} \int_{-1}^1 f^u(z') \sin\left(\frac{\pi}{2} n z'\right) dz'.$$

Окончательно, выражение плотности радиоактивного загрязнителя в пористом слое в пространстве изображений Лапласа-Карсона запишется в следующем виде

$$\rho^u = \frac{2^{1-\nu}}{\Gamma(\nu)} \cdot \left(r \sqrt{\frac{p + Ad + \mu^2}{D_0}} \right)^{\nu} K_{\nu} \left(r \sqrt{\frac{p + Ad + \mu^2}{D_0}} \right) \times \left(\frac{1}{2} \tilde{C}_0^u + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\tilde{C}_{1n}^u \cos\left(\frac{\pi}{2} n z\right) + \tilde{C}_{2n}^u \sin\left(\frac{\pi}{2} n z\right) \right] \right), \quad (23)$$

где

$$\tilde{C}_0^u = \frac{1}{2} \int_{-1}^1 f^u(z') dz', \quad (24)$$

$$\tilde{C}_{1n}^u = \int_{-1}^1 f^u(z') \cos\left(\frac{\pi}{2} n z'\right) dz', \quad \tilde{C}_{2n}^u = \int_{-1}^1 f^u(z') \sin\left(\frac{\pi}{2} n z'\right) dz'.$$

Для обращения решения (27) в пространство оригиналов, заметим, что в нем встречается математическая структура вида

$$F^u = f^u(z) \cdot \left(r \sqrt{\frac{p + Ad + \mu^2}{D_0}} \right)^v K_v \left(r \sqrt{\frac{p + Ad + \mu^2}{D_0}} \right). \quad (25)$$

Представим (25) к виду удобному для перехода в пространство оригиналов

$$F^u = \left(\frac{r^2}{D} \right)^{\frac{v}{2}} \frac{1}{p} \cdot f^u(z) \cdot p(p + Ad + \mu^2)^{\frac{v}{2}} K_v \left(\sqrt{\frac{r^2}{D_0}} (p + Ad + \mu^2) \right).$$

Воспользуемся следующими формулами перехода [4, (1.22, 29.130)]:

$$p(p + \beta)^{v/2} K_v \left(\sqrt{\alpha(p + \beta)} \right) \rightarrow \frac{\alpha^{\frac{v}{2}}}{(2t)^{v+1}} \exp \left(-\beta t - \frac{\alpha}{4t} \right),$$

$$\frac{1}{p} \cdot f^u \cdot g^u \rightarrow \int_0^t f(\tau) g(t - \tau) d\tau.$$

Выражение (29) в пространстве оригиналов запишется в виде

$$\begin{aligned} F &= \left(\frac{r^2}{D} \right)^{\frac{v}{2}} \int_0^t f(\tau, z) \cdot \frac{2^{-v-1}}{(t - \tau)^{v+1}} \exp \left(- (Ad + \mu^2)(t - \tau) - t - \frac{r^2}{4D(t - \tau)} \right) d\tau = \\ &= 2^{v-1} \int_{\frac{r^2}{4Dt}}^{\infty} f \left(t - \frac{r^2}{4Dx}, z \right) \cdot x^{v-1} \exp \left(- (Ad + \mu^2) \frac{r^2}{4Dx} - x \right) dx. \end{aligned} \quad (26)$$

Окончательно получаем, что плотность радиоактивного загрязнителя в пористом пласте будет описываться выражением:

$$\rho(t, r, z) = \frac{1}{2\Gamma(v)} \cdot \left(F_0(t, r) + \sum_{n=1}^{\infty} \left[F_{1n}(t, r) \cos \left(\frac{\pi}{2} n z \right) + F_{2n}(t, r) \sin \left(\frac{\pi}{2} n z \right) \right] \right), \quad (27)$$

где функции $F_{1n}(t, r)$ и $F_{2n}(t, r)$ определяется как

$$F_0(t, r) = \frac{1}{2} \int_{-1}^1 dz' \int_{\frac{r^2}{4Dt}}^{\infty} f \left(t - \frac{r^2}{4Dx}, z' \right) \cdot x^{v-1} \exp \left(- \frac{Ad \cdot r^2}{4Dx} - x \right) dx$$

$$F_{1n}(t, r) = \int_{-1}^1 \cos \left(\frac{\pi}{2} n z' \right) dz' \int_{\frac{r^2}{4Dt}}^{\infty} f \left(t - \frac{r^2}{4Dx}, z' \right) \cdot x^{v-1} \exp \left(- \left(Ad + \frac{(\pi n)^2}{4} \right) \frac{r^2}{4Dx} - x \right) dx, \quad (28)$$

$$F_{2n}(t, r) = \int_{-1}^1 \sin \left(\frac{\pi}{2} n z' \right) dz' \int_{\frac{r^2}{4Dt}}^{\infty} f \left(t - \frac{r^2}{4Dx}, z' \right) \cdot x^{v-1} \exp \left(- \left(Ad + \frac{(\pi n)^2}{4} \right) \frac{r^2}{4Dx} - x \right) dx.$$

Таким образом, решение (27) с учетом формул (28) удовлетворяет дифференциальному уравнению (3) по построению, а также начальным и краевым условиям (4).

Если предположить в (4), следуя работам [1, 2], что краевое условие $\rho|_{r=0} = 1$, тогда $F_{2n}(t, r) = 0$ и решение (27) принимает вид:

$$\rho(t, r, z) = \frac{1}{2\Gamma(v)} \cdot \int_{\frac{r^2}{4Dt}}^{\infty} x^{v-1} \exp\left(-\frac{Ad \cdot r^2}{4Dx} - x\right) dx + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin\left(\pi\left(n-\frac{1}{2}\right)\right)}{\Gamma(v)\pi\left(n-\frac{1}{2}\right)} \cos\left(\pi\left(n-\frac{1}{2}\right)z\right) \int_{\frac{r^2}{4Dt}}^{\infty} x^{v-1} \exp\left(-\frac{\left(Ad + \pi^2\left(n-\frac{1}{2}\right)^2\right) \cdot r^2}{4Dx} - x\right) dx. \quad (29)$$

Для построения графической зависимости примем, что в закачиваемом растворе содержится одна радиоактивная фракция, представленная радиоактивным элементом стронция Sr⁹⁰ (период полураспада 28.8 лет). Объем закачки водного радиоактивного раствора в скважину 100 м³/сут. Полутолщина пористого пласта 10м. Положим также, что коэффициент диффузии в пористом пласте в радиальном направлении в 100 раз больше коэффициента диффузии по направлению оси z.

На рисунке 2 представлена графическая зависимость плотности радиоактивного загрязнителя, согласно входным данным описанным выше. Кривая 1 соответствует времени закачки 1 сутки, кривая 2 – 10 суток и кривая 3 – 100 суток.

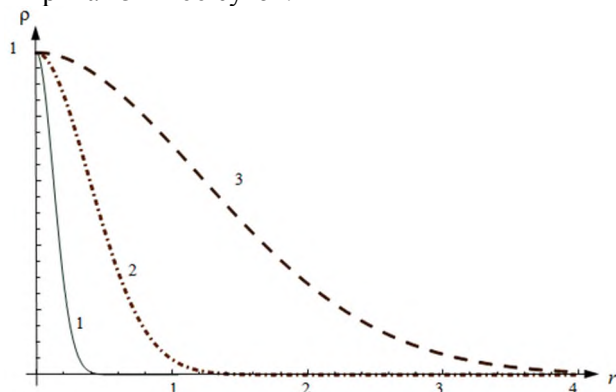


Рис.2. Зависимость плотности радиоактивного загрязнителя от безразмерного расстояния

Сведения об авторах

Гюнтер Дмитрий Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г.Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: gexotar@yandex.ru.

Таким образом, полученное точное решение (27) задачи (3) – (4) может быть полезно для анализа и сравнения с решением, полученного с учетом других факторов, например, химической кинетики происходящих в пластовых условиях. А также для верификации программ численного решения аналогичных задач со сложными краевыми условиями.

Литература

1. Поля концентраций радиоактивных веществ при подземном захоронении / А.И. Филиппов, П.Н. Михайлов, Д.В. Иванов, Д.А. Гюнтер // Инженерно-физический журнал. 2008. Т. 81. №5. С. 912-924.
2. Филиппов А.И., Гюнтер Д.А., Иванов Д.В. О построении асимптотического решения в задачах сопряжения // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2008. Т. 48. № 11. С. 2046-2057.
3. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами. / Под ред. М. А. Абрамовича и И. Стигана: Пер. с англ. / Под ред. В. А. Диткина и Л. Н. Кармазиной. – М.: Наука, 1979.
4. Диткин В.А., Прудников А.П. Справочник по операционному исчислению – М.: Высшая школа, 1965. – 468 с.

УДК 811.111.26

СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ КАК СПОСОБ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Елисеева И.А., Степанова М.Н.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье рассматривается роль социальных сетей как способа изучения иностранных языков. Изучаются социальные сети и приложения, которые оказывают помощь в овладении иностранными языками совместно с носителями, приводятся примеры тем для общения.

Ключевые слова: социальные сети, общение, навыки, иностранные языки, английский язык.

Как известно, основной целью изучения иностранного языка является формирование коммуникативных способностей, которые подразумевают под собой готовность и способность человека к общению с носителем языка. Именно эту цель преследуют большинство учащихся. Благодаря этим способностям они могут не только представить себя другому человеку, написать анкету, резюме или письмо, но и представлять себя или свою группу в различных межкультурных мероприятиях.

Для того чтобы сформировать данные способности, каждому человеку просто необходима активная устная практика. В этом случаи могут помочь обычные социальные сети.

В современном мире каждый человек стремится к общению, и многие люди прибегают к социальным сетям. Для того чтобы провести это время не только весело, но и с пользой можно общаться с носителями того языка, который изучаешь. Ведь такое общение приносит большие плоды. Ты узнаешь много разных идиом, сокращений и просто разговорных фраз, которые используют иноязычные собеседники.

Изучение английского языка с помощью социальных сетей имеет свои особенности. Главным плюсом такой формы общения является сплоченность собеседников, так как все они преследуют одну цель - изучение иностранного языка. Такие социальные сети как «Facebook», «Twitter», «YouTube» помогают в этом.

1. «Facebook»

Является крупнейшей социальной сетью в мире. Благодаря большой посещаемости данной сети, она признана мультязычной. В Facebook можно создать собственную страницу с фото и информацией о себе, писать посты, предлагать дружбу и даже создавать группы. У данной социальной сети есть

много функций, с помощью которых пользователи могут интересно общаться друг с другом. Также существует немало групп и сообществ, где люди помогают друг другу в изучении языка.

2. «Twitter»

Twitter – социальная сеть для обмена сообщениями при помощи смс, или как их называют «твиты». После создания блога ты можешь оставлять какие-то своих замечания и мысли в блоге другого человека. Люди делятся между собой информацией на различных языках.

3. «YouTube»

Наверное, самой популярной сетью видео формата в современном мире является именно YouTube. Пользователи данного интернет-ресурса могут сохранять, делиться или добавлять видео. Эта сеть отличным ресурсом для изучения языка. На просторах этого сервиса имеются видео-уроки по грамматике, чтению, говорению разных языков. С помощью них можно самостоятельно изучать иностранные языки, если найти хорошие и качественные каналы с видео. Преимущество YouTube в том, что при изучении мы слушаем правильное произношение и развиваем понимание языка на слух.

Подборка приложений и каналов для изучения языка:

1) Puzzle English – содержит в себе большое количество видеуроков на всевозможные темы: грамматика, полезные советы и рекомендации по изучению языка, интересные выражения из известных телесериалов, произношение и др.

2) English with Jennifer – здесь вы найдёте рекомендации, как сделать своё произношение лучше, освоить грамматику. Подходит как для учащихся, так и для педагогов.

3) BBC Learning English – большое количество интересных и познавательных видеороликов на множество тем.

4) Канал Ирины Шипиловой - разбирает большое количество грамматических аспектов. Большое количество уроков по аудированию. Кстати, кроме английского языка на собственном канале Елена преподаёт ещё три.

5) Tandem — это приложение, с помощью которого вы можете переписываться и созваниваться с иностранцами. Приложение подразумевает обмен языками.

6) HelloTalk - приложение для общения с иностранцами. Здесь вы можете переписываться, исправлять сообщения друг друга, а еще делиться новостями со всеми носителями. Это поможет лучше узнать язык и страны, где говорят на изучаемом языке.

7) Ablo – общение в чатах с людьми со всего мира. Транслирует миллионы лайв-шоу. Возможны видео-звонки. Функция автоматического перевода переведёт для пользователя без опыта или достаточного количества знаний, все тексты и видео чаты.

О чем поговорить с иностранцем?

Знакомо ли для тебя словосочетание “small talk”? Это нередко краткие беседы, как правило с незнакомыми или же малознакомыми людьми, которые происходят на работе, в магазине, в лифте и вообще где угодно. Стоит помнить, что чаще всего иностранцы очень любят поговорить. В случае если ты ведешь себя приветливо, если твой язык жестов располагает к тебе, каким бы плохим не был твой английский, скорее всего собеседник поддержит беседу с тобой. Если ты можешь поддержать неожиданный разговор, это поможет тебе:

- избежать неловких пауз;
- установить дружеские отношения с собеседником;
- расположить человека к себе.

Чаще всего small talks стоит начать с приветствия, также необходимо представиться, для того чтобы человеку напротив было легче поддерживать с тобой разговор. Универсальными являются такие темы как:

Сведения об авторах

Елисеева Ирина Александровна, кандидат филологических наук, доцент кафедры Гуманитарных и социально-экономических наук Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: elis-1000@mail.ru

Степанова Марина Николаевна, студент Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n2107775@edu.misis.ru

да, развлечения, профессия. Если же вы более близко знакомы с человеком, то вы можете задать ему более конкретные вопросы, подчеркнуть его комплиментами.

Как и в любом другом разговоре главное – это внимание, уделённое собеседнику. С любым человеком можно найти общие интересы и темы для разговора.

Таким образом, в настоящее время существует множество ресурсов для изучения иностранных языков. Не исключение и социальные сети. Благодаря им можно не просто интересно провести время, но и пополнить свой словарь парочкой слов или выражений, которые ты бы навряд ли смог найти в простом словаре. Иностранцы очень любят использовать в своей лексике разговорные фразы, сокращения, посмотрев на которые, не сразу поймёшь, что они значат. И именно этот опыт поможет ориентироваться в незнакомой языковой среде.

Литература

1. Зинина О.А., Окаева А.Б. Лексикология английского языка=English Lexicology: учебное пособие. – Минск: РИПО, 2017. – 140 с.
2. Кравченко А.С. Изучение омонимов на уроках английского языка с целью формирования лексической компетенции обучающихся среднего школьного возраста. – Ялта, 2020. – 74 с.
3. Кругликова Е.А. Лексикология английского языка: учебное пособие. – Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 162 с.
4. Арнольд И.В. Лексикология современного английского языка: учебное пособие. – 4-е изд., перераб. – Москва: ФЛИНТА, 2017. – 376 с.
5. Бабич Г.Н. Lexicology: A Current Guide=Лексикология английского языка: учебное пособие. – 8-е изд. – Москва: ФЛИНТА, 2016. – 198 с.

УДК 368.2

ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРАХОВАНИИ ДЛЯ ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ

Смирнова Е.А., Измайлова А.С.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. При использовании страховой телематики могут иметь место разные причины возникновения рисков для личных финансов. Целью исследования стали: исследование возможностей и рисков при использовании телематики в страховании, изучение применения искусственного интеллекта в данной отрасли и в финансовой сфере в целом.

Ключевые слова: телематика, страхование, искусственный интеллект (ИИ).

Новые технологии приносят в нашу жизнь удобство и открывают новые возможности. Так, например, используя интернет можно найти интересующую информацию, а современные сервисы позволяют мгновенно осуществлять денежные переводы. Однако это несет с собой и определенные риски. Так, работая в интернете можно заразить компьютер вирусами и потерять важную информацию, а может и деньги, а новые технологии в денежной сфере создают и новые способы для мошенничества.

При идеальной работе ИИ перед потребителем страховых услуг открываются возможности экономии вследствие использования безопасного стиля вождения, а также минимизации ущерба от ДТП. С другой стороны, потребитель может понести дополнительные расходы, связанные с тем, что не всегда получается водить аккуратно. На этой случай нужно иметь некий резерв средств. Если ИИ работает с ошибками, то перед потребителем открывается возможность экономии, если стиль переоценён в безопасную сторону, но и риск потери, если стиль переоценён в менее безопасную сторону.

Поскольку, ИИ обрабатывает личные данные, всегда существует вероятность их утечки и использования против их владельца, что может за собой повлечь и прямые денежные потери. Как и в случае с другими новыми финансовыми технологиями возможен риск мошенничества, а соответственно риск потери денежных средств.

Технологическая зависимость от зарубежных компаний создает риск нестабильности работы системы. Так, например, при политических конфликтах существует вероятность наложения санкций, а соответственно, и оказании услуги ненадлежащего качества, что влечёт за собой потери.

По мере развития технологии возможно ее удорожание, связанное с дополнительными опциями, а соответственно новыми возможностями и появления на рынке новых более персонализированных услуг. С одной стороны, это в большей степени будет удовлетворять потребности страхователей, но за уникальную услугу придется и больше платить.

При введении обязательного требования страхования с телематикой у потребителей возникнут дополнительные расходы, связанные с приобретением оборудования, его обслуживанием, либо дополнительным техническим обслуживанием автомобиля.

Описанные возможности и риски можно дополнить. Конечно, никто не знает, как будет развиваться ситуация, но важно стараться это предвидеть, принимая превентивные меры, реализуемые в рамках регулирования использования ИИ в страховании. Именно при таком подходе можно будет предоставить больше возможностей страхователю и максимально сократить риски.

При анализе источников [1-7] получены результаты, которые позволили сделать следующие выводы:

1. Страхование с телематикой позволяет получить скидку на приобретении страховки КАСКО за счет безопасного стиля вождения, определяемого ИИ;
2. Использование ИИ в России пока недостаточно развито, что может быть связано как с самой технологией, так и с отсутствием регулирования данного рынка;
3. Основные ошибки возникающие при использовании ИИ в страховании с телематикой связаны как с работой самого искусственного интеллекта, так и сопряжённых систем, например, геопозиционирования;
4. Исходя из того, что с одной

стороны, в нашей стране очень небезопасно на дорогах, а, с другой использование ИИ в страховании с телематикой способствуют формированию безопасного стиля вождения, был сделан вывод о необходимости развития этой технологии в нашей стране, а значит и о необходимости регулирования;

5. Регулирование, на наш взгляд, не должно быть точечным, это должны быть комплексные меры, способствующие развитию рынка страхования в целом и страхования с телематикой как его части;

6. Развитие рынка принесет ощутимые экономические выгоды, связанные с сокращением ущерба от ДТП, как для страхователей, страховщиков и экономики в целом;

7. Новизна технологии ИИ открывает новые возможности для личных финансов, суть которых сводится к экономии, но и риски, основными из которых можно назвать денежные потери связанные с работой ИИ, риск мошенничества и потери данных.

Литература

1. Пройдаков Э.М. Современное состояние искусственного интеллекта // Научно-исследовательские исследования. 2018. №2018. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 20.02.2022).
2. Землячева О.А., Федоренко О.А. Развитие страхования КАСКО в Российской Федерации // Научный вестник: Финансы, банки, инвестиции, 2016 №1.
3. Верзилин В.А., Наролина Ю.В. Социально-экономический ущерб от ДТП как один из аспектов обеспечения экономической безопасности Российской Федерации // РЕГИОН: системы, экономика, управление, 2019. № 4 (47)
4. Портал Банки.ру Аналитики увидели связь между уровнем развития страхового сектора и благосостоянием страны – URL: <https://www.banki.ru/news/lenta/?id=10917865> (дата обращения: 20.02.2022)
5. Федеральный закон "О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)" от 10.07.2002 N 86-ФЗ (последняя редакция)
6. Терещенко Л.К., Трунцевский Ю.В., Лещенков Ф.А. Правовое регулирование информационных систем автотранспортной телематики в России и за рубежом // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2021. № 5. С. 167–191. DOI: 10.17323/2072-8166.2021.5.167.191
7. Обзор рынка транспортной телематики в России – URL: <https://ru.investinrussia.com/data/files/sectors/EY-russia-telematics-market-survey.pdf> (дата обращения: 23.02.2022)

Сведения об авторах

Смирнова Елизавета Андреевна, студентка 4 курса по направлению металлургия, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: 04062000.101@gmail.com.

Измайлова Анна Сергеевна, заведующий кафедрой гуманитарных и социально-экономических наук кандидат экономических наук, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: izmaanna@yandex.ru.

УДК 666.3

СОЗДАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАДАНЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ: КЕРАМИКА

Петров А.А., Ожегова С.М.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье представлен обзор современных и перспективных материалов для получения керамических изделий.

Ключевые слова: керамика, физические свойства, алюмооксидная керамика, карбидная керамика, циркониевая керамика.

Керамика является важным ресурсом для человека, ведь из неё делается огромное количество запчастей, строительных материалов и много другого. Когда появилась проблема дефицита определённых материалов, начался поиск их альтернативы. Одной из них стала керамика, но нет полной уверенности что она станет хорошей заменой металлов и других пропадающих со временем материалов или какой-то их части.

Керамика как поликристаллическое твердое тело состоит в общем случае из трех основных фаз.

– кристаллическая, состоящая из зерен,

– стекловидная (аморфная) – в виде прослоек, располагающихся между зёрнами,

– газовая – в виде пор между зёрнами, окруженными прослойками аморфной фазы.

Основное различие керамических материалов заключается в различном составе и соотношении между собой трех фаз, определяющих свойства керамических изделий. Структура, т.е. строение керамического тела, зависит от состава сырья и технологии данного материала. По дисперсности (размерам) элементов структуры керамические материалы бывают тонкокерамическими и грубокерамическими.

Основные виды керамических материалов: фарфор, фаянс, тонкокаменные изделия, майолика, терракота, гончарная керамика, шамотная керамика.

Все вышеперечисленные керамические материалы, как бы ни различались они по составу сырья и, следовательно, по конечному химическому составу и свойствам изделий, объединяет технология, определяющая последовательность операций.

Принципиальная технологическая схема получения керамики

1. Заготовка сырья (глина, шамот, песок и т.п.)

2. Подготовка формовочной массы

3. Формование

4. Сушка

5. Обжиг

Виды керамики:

Нитридная керамика (на основе AlN). Планируемая номенклатура продукции – керамические подложки (металлизированные и неметаллизированные). Области применения: термоэлектрические модули (элементы Пельтье), светодиоды, силовые полупроводниковые приборы.

Алюмооксидная керамика (на основе Al₂O₃). Планируемая номенклатура продукции – изоляторы электронно-оптических преобразователей (ЭОП), изоляторы вакуумных дугогасительных камер (ВДК), керамические подложки (металлизированные и неметаллизированные)

Карбидная керамика (на основе SiC и B₄C). Планируемая номенклатура продукции – керамические пластины для бронезащиты личного состава и бронезащиты наземных, воздушных и морских средств военной техники.

Циркониевая керамика (на основе ZrO₂). Планируемая номенклатура продукции – элементы керамической запорной арматуры, предназначенные для серийного производства.

Сегодня свойства керамических покрытий и керамики настолько уникальны, что на последней выставке CEVISAMA это поражало воображение. Слово "нано" стало применимо и к керамике, появилась нанокерамика.

Нанокерамика – керамический наноструктурный материал (англ. nanoceramics) – компактный материал на основе оксидов, карбидов, нитридов, боридов и других неор-

ганических соединений, состоящий из кристаллитов (зерен) со средним размером до 100 нм.

Изоляторы керамические для вакуумных дугогасительных камер. Керамические изоляторы: предназначены в качестве изоляционного материала для вакуумных дугогасительных камер, которые предназначены для комплектации вакуумных коммутационных аппаратов. Изоляторы электронно-оптических преобразователей: Изоляторы используются в качестве электроизоляционного материала для приборов ночного видения, потребляемые рынком военной продукции.

Выпускаются керамические подложки на основе алюмооксидной (содержание Al_2O_3 более 94 %) или алюмонитридной AlN керамики, которые предназначены для электрической изоляции конструкций, узлов и элементов различных электронных устройств.

Сведения об авторах

Петров Артем Александрович, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n2104908@edu.misis.ru.

Ожегова Светлана Михайловна, старший преподаватель, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: liora.62@yandex.ru

Изделия из биокерамики применяются для хирургического лечения травм и заболеваний позвоночника, тазобедренного сустава, лечение стоматологических заболеваний.

Наиболее перспективными областями применения запорной арматуры с использованием керамических элементов являются:

- химическая отрасль производства;
- нефтегазовая промышленность;
- целлюлозно-бумажная промышленность.

Литература

1. Толкачева А.С., Павлова И.А. Общие вопросы технологии тонкой керамики. – Екатеринбург, 2018.
2. Христофоров А.И., Сысоев Э.П., Христофорова И.А. Нанокерамика. – Владимир, 2005.

УДК 811.111.26

РОЛЬ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ЖИЗНИ ИНЖЕНЕРА

Елисеева И.А., Ваганов К.А.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье рассматривается роль английского языка в жизни инженера. Изучается значимость английского языка, как способ мотивации к его изучению.

Ключевые слова: английский язык, инженер, применение, важность.

Значение английского языка в современном мире трудно переоценить. По подсчетам исследователей на нем говорят, по крайней мере, 950 млн. человек, и практически для половины из них английский приходит родным языком.

Но какой бы черты ни достигла всеобщая цифра, в современном мире на английском языке говорят и пишут больше, чем ко-

гда-нибудь на ином языке. Он стал языком всей планеты, основным буквально мировым языком. Но нередко от окружающих и в частности от студентов высших учебных заведений можно услышать вопрос о смысле изучения английского, ибо они считают, что знания иностранного языка им все равно не понадобятся. Подготовка же знатоков новопеченного типа, адаптированных к согла-

шениям становления и развития рыночных отношений, к условиям широких международных контактов во всех сферах, подразумевает не только вооружение инженеров действовать «технологически» грамотно, этически согласованно с новой ситуации, но и дееспособность к беглому общению с деловыми партнерами на языке, получившем интернациональное признание и распространение, – английском языке.

Как определяют Джон и Лиз Соарс, «люди, разговаривающие на английском языке, делятся на три группы: те, кто изучал его как родной язык; те, кто учил его как второй язык в так называемом «двухязычном обществе»; и те, кто вынужден штудировать его с практической целью – административной, высококлассной или образовательной». В течение длительного времени студенты были «вынуждены» изучать английский язык в практических целях. Отрадно отметить, что ситуация в корне изменилась, что связано с курсом образования, ориентированным на подготовку профессионалов. Современная тенденция склоняется в сторону явного «желания» изучать английский язык.

Современные студенты, в том числе и технических специальностей, уверены, что английский язык необходим для работы и достижения высочайшего социального положения в обществе.

С целью выяснить отношение студентов к овладению иноязычным общением, был проведен опрос. Респондентами выступили студенты первого курса группы БЭЭ-21 НФ НИТУ «МИСиС». Обучающимся был задан вопрос: насколько существенно по вашему мнению знание английского языка для инженера?

Проанализировав ответы опрошенных, подчеркнем, что большинство опрошенных четко обозначили важность владения иностранным языком в современном обществе, подчеркивая, что рассматривают умения общаться на английском языке, как возможность налаживания партнерских отношений с

иностранцами коллегами, с целью обмена опытом, обогащения знаний по основной специальности, заключения сделок в будущем, расширения кругозора, углубление знаний в специфике своей профессиональной деятельности путем изучения иноязычной литературы на языке оригиналы, схем, систем, программ и памяток. Отрадно отметить, что студенты делают такой глобальный акцент существенное увеличение результативности труда.

Данный опрос четко показывает, что студенты признают, что знание иностранного языка необходимо для специальности инженера. Так, возможность использовать инновационные технологии – это тот приоритет, который каждый инженер рассматривает как путь к успешной трудовой карьере.

Кроме того, нельзя не отметить, что в процессе изучения английского языка происходит воспитание и выработка личности и профессиональных качеств будущего специалиста.

Если рассматривать финансовую сторону, то немаловажен и факт, свидетельствующий о том, что знание технического английского языка влечет за собой более высокооплачиваемую должность.

Таким образом, изучение английского языка ориентирует на расширение кругозора, ибо через традиции, обычаи, знания об повседневной жизни иностранных людей возможно создать целую картину мира и собственного восприятия знаний.

Литература

1. Полякова Л.О. Зачем инженеру иностранный язык? (Анализ профессиональных стандартов) // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6.
2. Титова С.В. Ресурсы и службы Интернета в преподавании иностранных языков. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 267 с.

Сведения об авторах

Елисеева Ирина Александровна, кандидат филологических наук, доцент кафедры Гуманитарных и социально-экономических наук Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: elis-1000@mail.ru

Ваганов Кирилл Андреевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n2107853@edu.misis.ru

УДК 368.2

РЕГУЛИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРАХОВАНИИ С ТЕЛЕМАТИКОЙ

Беликов П.И., Измайлова А.С.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. На протяжении последних нескольких лет наблюдаются попытки регулирования искусственного интеллекта в страховании с телематикой как в России, так и в других странах мира. Основой системы регулирования должно стать внедрение телематически-ориентированного страхования и развитие рынка страховых услуг в одинаковой степени выгодного всем его участникам.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), регулирование, страхование, телематика, «Автонет».

Соблюдение интересов страхователей должно стать основой регулирования. А их, по сути, всего два: перенести по возможности все риски на страховую организацию; сделать это максимально дешевым для себя способом. Минимизация ошибок при определении стиля вождения, позволит повысить привлекательность страхования с телематикой, что соответственно увеличит спрос на нее, а это в свою очередь станет драйвером развития всего рынка страховых услуг.

В настоящее время отсутствуют наднациональные или законодательные акты регулирования сферы телематического страхования. Так, например, в США, Канаде нет единого национального акта, но есть законы, регулирующие правоотношения в отдельных территориях. В большинстве случаев регулирование сводится к установке и использова-

нию устройств телематикой [1].

В России на данный момент нет документа, который регулирует работу ИИ, однако существует Федеральный закон от 24 апреля 2020 года № 123-ФЗ «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации – городе федерального значения Москве. Он предусматривает проведение эксперимента по внедрению и обеспечения условий для разработки ИИ [2].

Анализ исследованного материала позволил сформировать представление о том, какой должна быть система регулирования ИИ в страховании с телематикой (см. рисунок 1).



Рисунок 1 - Система регулирования ИИ в страховании с телематикой

Согласно в п.62 дорожной карты по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Автонет» (распоряжение Правительства от 29 марта 2018 г. № 535-р) установление понятийного аппарата и обязательных требований к элементам дорожной инфраструктуры, являющимся компонентами информационных систем автотранспортной телематики, определение форм подтверждения соответствия указанных элементов дорожной инфраструктуры и порядка проведения подтверждения соответствия установленным требованиям запланировано на ноябрь 2021 г. [3].

Основой системы должно стать внедрение телематически ориентированного страхования и развитие рынка страховых услуг в одинаковой степени выгодного всем его участникам. При этом важно следовать стратегическим целям технологического развития российской экономики, основанным на внедрении новых цифровых технологий. При идеальной работе ИИ перед потребителем страховых услуг открываются возможности экономии вследствие использования безопасного стиля вождения, а также минимизации ущерба от ДТП. С другой стороны, потребитель может понести дополнительные

расходы, связанные с тем, что не всегда получается водить аккуратно. На этот случай нужно иметь некий резерв средств. Если ИИ работает с ошибками, то перед потребителем открывается возможность экономии, если стиль переоценён в безопасную сторону, но и риск потерь, если стиль переоценён в менее безопасную сторону.

Литература

1. Терещенко Л.К., Трунцевский Ю.В., Лещенков Ф.А. Правовое регулирование информационных систем автотранспортной телематики в России и за рубежом // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2021. № 5. С. 167–191. DOI: 10.17323/2072-8166.2021.5.167.191
2. Федеральный закон "О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)" от 10.07.2002 N 86-ФЗ (последняя редакция)
3. Распоряжение Правительства РФ от 29 марта 2018 г. N 535-р «О плане мероприятий ("дорожной карте") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Автонет»

Сведения об авторах

Беликов Павел Иванович, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: belka2000belikov@yandex.ru.

Измайлова Анна Сергеевна, заведующий кафедрой гуманитарных и социально-экономических наук кандидат экономических наук, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: izmaanna@yandex.ru.

УДК 517.9

ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ С РАЗДЕЛЯЮЩИМИСЯ ПЕРЕМЕННЫМИ В ТЕОРИИ ЭПИДЕМИЙ

Петров А.А., Швалева А.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В настоящее время является актуальным создание математических моделей, помогающих выработать стратегию поддержания устойчивости окружающей среды, прогнозирования возможных изменений в численности популяций, оценке ущерба, который может быть нанесен природе в процессе эксплуатации среды, а также в вычислении пика эпидемии, её продолжительности, степени её угрозы для населения.

Ключевые слова: модель, объект, уравнение.

Рассмотрим построение математической модели и ее решение в теории эпидемий.

Пусть изучаемое инфекционное заболевание носит длительный характер, процесс передачи инфекции более быстрый, чем течение самой болезни, зараженные особи не удаляются из популяции и передают при встречах инфекцию незараженным особям. Предположим, что особи перемешиваются однородно по пространству, т.е. не существует мест, предпочтительных для контактов, а также не существует особых особей, контакт с которыми наиболее предпочтителен. Для построения математической модели введем две функции: $x(t)$ и $y(t)$. Пусть $x(t)$ - функция, характеризующая число незараженных особей, $y(t)$ - функция, характеризующая число зараженных особей. В начальный момент времени $t=0$, количество незараженных особей равно $x(0)=n$, а количество зараженных $y(0)=a$. Т.к. инфекция передается при встрече зараженных особей с незараженными, то число незараженных будет убывать с течением времени пропорционально количеству встреч между теми и другими. Предположим, что частота таких встреч равна β .

На основании принятых предположений выразим убыль x незараженных особей за промежуток времени Δt в виде:

$$\Delta x = x(t + \Delta t) - x(t) = -\beta xy \Delta t$$

Перейдем к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} = -\beta xy$$

Будем считать, что болезнь не приводит к смертности, следовательно, можно написать условие баланса

$$a+n=x+y=\text{const}$$

Учитывая это, перепишем:

$$\frac{dx}{dt} = -\beta x(n+a-x)$$

$$x(0)=n$$

Получили равенство, представляющее собой математическую модель динамики незараженных особей. Найдем решение получившегося обыкновенного дифференциального уравнения с разделяющимися переменными. Разделив переменные, можем переписать его в виде

$$\frac{dx}{x(n+a-x)} = -\beta dt$$

Интегрируем обе части уравнения:

$$\int \frac{dx}{x(n+a-x)} = -\beta \int dt$$

Рассмотрим решение интеграла в левой части последнего равенства. Для этого воспользуемся методом неопределенных коэффициентов. Разложим подынтегральную функцию на сумму простейших дробей:

$$\frac{1}{x(n+a-x)} = \frac{A}{x} + \frac{B}{(n+a-x)}$$

$$= \frac{An + Aa - Ax + Bx}{x(n+a-x)}$$

$$An + Aa - Ax + Bx = 1$$

$$\begin{cases} -A + B = 0 \\ An + Aa = 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A = \frac{1}{n+a} \\ B = \frac{1}{n+a} \end{cases}$$

$$\int \frac{dx}{x(n+a-x)} = \frac{1}{n+a} \int \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{n+a-x} \right) dx$$

$$= \frac{1}{n+a} \ln x - \frac{1}{n+a} \ln(n+a-x) + \text{const}$$

Подставляя полученное выражение в интеграл получим:

$$\ln \frac{x}{n+a-x} = \ln e^{-\beta(n+a)t} + \ln C$$

Выполним в последнем уравнении потенцирование:

$$\frac{x}{n+a-x} = C e^{-\beta(n+a)t}$$

Учитывая начальное условие: при $t=0$, $x=n$ найдем постоянную C .

$$\frac{n}{n+a-n} = C e^0$$

$$C = \frac{n}{a}$$

Подставим значение C в последнее равенство и получим:

$$\frac{x}{n+a-x} = \frac{n}{a} e^{-\beta(n+a)t}$$

Решив это уравнение относительно x , окончательно получим

$$x(t) = \frac{n(n+a)}{n+a e^{-\beta(n+a)t}}$$

Последняя формула дает закон убывания числа незараженных особей с течением времени. При известном $x(t)$ число $y(t)$ зараженных особей определится из условия баланса: $y=n+a-x$

На практике во время эпидемии регистрируется обычно число новых случаев заболевания, которые появляются через сутки или за неделю. Поэтому удобнее рассматри-

вать динамику роста числа новых случаев, которое описывается формулой:

$$-\frac{dx}{dt} = \frac{\beta(n+a)^2 e^{\beta(n+a)t}}{(n+e^{\beta(n+a)t})^2}$$

График этой функции называется эпидемической кривой. Эта кривая сначала растет, достигает максимума при

$$t = \frac{\ln n}{\beta(n+a)}$$

и дальше уменьшается к нулю. Таким образом, эпидемическая кривая описывает характерное свойство эпидемий: число новых случаев сначала быстро возрастает, в какой-либо момент времени достигает максимума, а потом уменьшается к нулю

Литература

1. Горковенко Н.Е. Курс лекций Математическое моделирование в экологии. – Краснодар, 2015.
2. Изаак Д.Д., Швалева А.В. Математический анализ. Дифференциальные уравнения. Учебно-методическое пособие. – Новотроицк, 2013.

Сведения об авторах

Петров Артём Александрович, студент первого курса, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8. E-mail: nf@misis.ru.

Швалева Анна Викторовна, кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8. E-mail: shvaleva.1978@mail.ru.

УДК 811.111.26

ВАЖНОСТЬ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА ДЛЯ ИНЖЕНЕРА

Елисеева И.А., Яшников Д.Н.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье рассматривается роль английского языка для людей технических специальностей. Обосновывается значимость владения иноязычным общением в современном мире. Выделяются некоторые функции английского языка.

Ключевые слова: английский язык, инженер, влияние, профессиональная деятельность, коммуникация.

Высшее образование дает человеку не только узкие знания его специальности, но позволяет ему развиваться. Важной частью познания профессии является изучение английского языка. Во время обучения инженер получает не только знания, формирует и развивает грамматические и лексические навыки, но и, что немаловажно знакомится с историей образования иностранного языка, узнает культуру и ценности народа носителя языка. Можно сказать, что в сфере технологий, владение английским языком дает специалисту огромный ресурс для развития. Нужно понимать, что английские слова многозначны. Самая простая лексика в техническом английском языке означает нечто иное, до чего, иногда, догадаться не представляется невозможным.

Коммуникабельность - один из важнейших навыков социального взаимодействия, затрагивающий профессиональную деятельность. В профессии инженера при общении на английском языке очень важна коммуникативность, так как английский язык – важнейший международный язык.

Для эффективного исполнения инженером своей профессиональной деятельности, он должен быть развит всесторонне. Формирование специалиста, имеющего моральные и социальные ценности, а также цели в профессиональной сфере происходит в процессе освоения английского языка.

Целью изучения английского языка является формирование умений и навыков иноязычного общения, формирование коммуникативной компетенции, позволяющей обучающемуся применять свои умения по назначению, будь то чтение или устное общение, понимания литературы на английском языке по специальности или её воспроизведение в устной или письменной форме.

В настоящее время знание иностранных языков выходит на первый план. Из-за

профессиональной деятельности, знание, как минимум одного иностранного языка, является необходимостью для человека технической специальности, кто хочет оставаться квалифицированным специалистом. Сейчас есть немало людей, кто изучает английский из-за требования работодателя. Большинство профессий требуют знания того или иного иностранного языка, в зависимости от сферы деятельности:

1) Английский язык необходим для взаимодействия с иностранными партнерами, увеличения производительности труда и уменьшения издержек.

2) Знание английского языка необходимо для обмена опытом с коллегами из-за рубежа, а также для возможности использования современных технологий.

3) Английский язык расширяет кругозор. Выполняет познавательную функцию.

4) Английский язык помогает повысить коммуникативность специалиста.

5) В процессе изучения английского языка происходит воспитание и формирование личности и профессиональных качеств специалиста.

Для специалиста, работающего в области информационных технологий, знание английского языка обязательно. Большинство программ создаются на английском языке, но получают перевод на родной язык не сразу, а для того, чтобы считаться квалифицированным специалистом, потребуется работать в программе с использованием ее исходного языка. Изучение английского является фундаментальной частью изучения того или иного языка программирования. При высоком уровне знания английского языка, специалист плавает в языках программирования, как “рыба в воде”.

При нужде в переводе, знание английского языка помогает избежать ошибок и неточностей, которые могут привести к ошиб-

кам в системе. Нас окружает множество технической литературы, которая требуется специалистам, но, изучение которой может потребовать высокого уровня знаний английского языка.

Также знание английского языка увеличивает скорость продвижения по карьерной лестнице. Многие компании посылают специалистов за рубеж для повышения квалификации. Знание английского языка открывает новые просторы для работы и обучения в других странах. Огромную роль для специалиста знание английского языка может помочь при устройстве на работу.

Практически каждая крупная компания обладает связями с иностранными компаниями. Зачастую, многие крупнейшие компании не обладают возможностью функционировать на достаточном для роста и расширения уровне без иностранных партнеров, которые являются важной шестеренкой в работе всего механизма компании.

На сегодняшний день для работодателя заполучить в ряды сотрудников специалиста, владеющего английским языком на высоком уровне с возможностью чтения и перевода

технической литературы, а также со способностями к переговорам на международном языке – английском языке. Такой специалист для компании и работодателя является лучшим вариантом.

Литература

1. Елисеева И.А. Компьютерные технологии в обучении иностранным языкам // «Козыбаевские чтения - 2021: Новые подходы и современные взгляды на развитие образования и науки»: Материалы международной научно-практической конференции: в 9-и томах. Т. 8. - Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2021. - 212 с. – С.206-208.
2. Елисеева И.А. Социализация студентов в процессе обучения иностранному языку // Society, culture, personality in modern world: materials of the XI international scientific conference on February 16–17, 2021. – Prague: Vědeckovydatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2021. – 74 p. – P. 39-41.

Сведения об авторах

Елисеева Ирина Александровна, кандидат филологических наук, доцент кафедры Гуманитарных и социально-экономических наук Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: elis-1000@mail.ru

Яшников Дмитрий Николаевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru

УДК 332.1

ПРАКТИКА В ПОВЫШЕНИИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МОНОГОРОДОВ: РОССИЙСКИЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Торшина А.В., Калинин Р.Н.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье дано значение понятия «моногород». Рассмотрены практики в повышении привлекательности моногородов в России и за рубежом. Выполнен сравнительный анализ практик в повышении привлекательности моногородов в России и за рубежом.

Ключевые слова: моногород, монопрофильное муниципальное образование, привлекательность моногородов, диверсификация.

Проблема моногородов в России, остается в настоящее время одной из самых сложных и актуальных. В моногородах проживают более 15 млн. человек. В 2021 г. перечень монопрофильных муниципальных образований в Российской Федерации включает 321 единицу.

Проблемой развития многих регионов России являются сильные контрасты социально-экономического развития входящих в их состав муниципальных образований, которые имеют крайне ограниченную экономическую базу для устойчивого развития. В настоящее время ведется разработка механизмов поддержки модернизации экономики моногородов, выделяются значительные средства из федерального бюджета на их реализацию.

Правительству РФ поручено проводить ежегодный комплексный мониторинг социально-экономического положения в моногородах и предусматривать выделение средств из федерального бюджета на финансовое обеспечение мер их поддержки. Несмотря на предпринимаемые меры, в большинстве региональных бюджетов недостаточно собственных доходов для обеспечения фактической сбалансированности местных бюджетов, в том числе для оказания дополнительной финансовой помощи муниципальным образованиям, имеющим низкий уровень налогового потенциала, депрессивным муниципальным образованиям, а также моногородам. В связи с этим сохраняется актуальность исследования и обобщения лучшего зарубежного и отечественного опыта мониторинга развития моногородов.

Цель: проанализировать и выявить эффективные практики в повышении привлекательности моногородов в России и за рубежом

Задачи:

1. Выявить сущность понятия «моногород»;
2. Рассмотреть практики в повышении привлекательности моногородов в России и за рубежом;
3. Выполнить сравнительный анализ практик в повышении привлекательности моногородов в России и за рубежом.

Определение понятия моногород. Муниципальное образование Российской Федерации признается монопрофильным (моногородом) в одном из следующих случаев:

– имеет статус городского округа или городского поселения;

– численность постоянного населения превышает 3 тыс. человек;

– численность работников организации достигает 20 процентов от численности работников всех организаций;

– осуществление деятельности по добыче полезных ископаемых (кроме нефти и газа), и производству, или переработке промышленной продукции;

– муниципальное образование включено в перечень моногородов и относится к категориям 1 или 2 монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации [2].

Практики в повышении привлекательности моногородов в России. Перечень Минэкономразвития насчитывает 321 субъект, подходящий под определение моногорода. Чаще говорят об экономических препятствиях, при этом социально-культурное развитие города отходит на второй план, что приводит к снижению комфорта жизни в городах и их неконкурентоспособности. В связи с этим были рассмотрены основные пути формирования привлекательного социального климата в моногородах [1], [3].

Среди мер поддержки социокультурных практик можно назвать:

1. Создание Фонда развития моногородов, его содействие в реализации приоритетных государственных социальных проектов, реализация его собственных социальных проектов.

2. Поддержка гражданских инициатив Фондом президентских грантов, Фондом развития моногородов и Российским союзом молодежи.

3. Поддержка частных благотворительных фондов, например, Фонд Тимченко или Фонд Михаила Прохорова.

4. Корпоративная социальная ответственность: градообразующие предприятия вкладываются в инфраструктуру, здравоохранение и образование.

5. Развитие городской среды. С конца 2018 г. в стране реализуется национальный проект «Жилье и городская среда», целью которого является благоустройство населенных пунктов с учетом мнений граждан. Сегодня наблюдается рост инвестиционной активности градообразующих предприятий, расширяются программы поддержки гражданских инициатив. При учёте вышеперечисленных практик, можно выделить лучшие города.

Так, в ТОП-10 вошли Набережные Челны республики Татарстан, Тольятти Са-

марской области, Первомайский Тульской области, Губкин Белгородской области, Кумертау республики Башкортостан, Череповец Вологодской области, Костомукша республики Карелия, Невинномысск Ставропольского края, Нижнекамск республики Татарстан и Тутаев Ярославской области.

Но существуют города, которым не помогли меры социальной поддержки.

1. Воркута. 1991 год стал последним, когда можно было говорить о развитии города. После развала Советского Союза с первой половины девяностых годов население неуклонно убывает, предприятия прекращают функционировать, инфраструктура постепенно приходит в негодность. Уже целые поселки вокруг города оказались полностью заброшены, а в самой Воркуте пустыми стоят не меньше 14 тысяч квартир.

2. Березники. Березники стали терять население после развала Советского Союза. Так, с 1991 года количество жителей города стало меньше почти на треть и продолжает сокращаться. Согласно официальной статистике, по состоянию на 2022 год, в Березниках проживало чуть больше 137 тысяч человек. Кроме того, появляющиеся в последние годы провалы в земле на территории города только усугубляют ситуацию.

3. Агидель. Агидель предполагаемый город атомщиков - недалеко от недостроенной Башкирской АЭС. Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 году привела к тому, что под давлением общества в 1990 году строительство атомной электростанции прекратили. Однако это же поставило под угрозу существование и Агиделя.

4. Верхоянск. Верхоянск является одним из наиболее холодных мест на планете: самая низкая температура здесь составила -67,7 °С.

Также туда еще и очень трудно добраться: железнодорожного сообщения с Верхоянском нет, автомобили проедут лишь зимой, и только авиасообщение там круглогодичное, пик количества местных жителей составляло две тысячи человек. К 2022-ому году население - чуть более тысячи человек.

Верхоянск полузаброшен: промышленности в нем вообще нет, а единственная отрасль - сельское хозяйство. Люди занимаются скотоводством, разводят коней и оленей, также практикуется пушной промысел.

5. Островной. В его пределах расположена военно-морская база Северного флота Гремиха. Кроме того, местность рядом была

отведена под место для хранения списанных подводных лодок и радиоактивных отходов.

Есть только два варианта транспортной связи с городом: по воде – на теплоходе «Клавдия Еланская», либо по воздуху на вертолете.

6. Чекалин. Чекалин уже который год носит звание одного из наиболее маленьких российских населенных пунктов. Расположен он в Тульской области. Сегодня численность составляет всего 863 человека [4], [5].

Практики повышения привлекательности моногородов за рубежом. За рубежом практикуется государственное регулирование моногородов, велика роль транснациональных корпораций, располагающих большими финансовыми возможностями. Изменения экономики моногорода направлены на следующие четыре варианта реорганизации:

- развитие малых и средних предприятий, поиск путей создания новых рабочих мест в малом бизнесе, освоение взамен крупного производства предпринимательской «культуры самозанятости»;

- создание обновленной экономической системы на базе привлеченных в регион филиалов крупных транснациональных компаний – при условии организации пропаганды привлекательного имиджа территорий;

- переход на экономику «обслуживания» – туризм и рекреационная сфера, развлечения и т.п.;

- отказ от производственной сферы и превращение территории в зону «жилья и потребления», где основной источник существования – государственные пособия и субсидии.

Локальные инициативы при реализации любого варианта недостаточны для решения проблем реструктуризации территорий. В зарубежной практике встречаются программы общенационального уровня, например, Программа развития моногородов Республики Казахстан на 2012–2020 гг., в которой выделены четыре ключевых направления стратегических изменений моногородов:

- 1) оптимизация;
- 2) развитие малого и среднего бизнеса;
- 3) повышение мобильности трудовых ресурсов, стимулирование переезда в населенные пункты с высоким потенциалом социально-экономического развития;
- 4) развитие социальной и инженерной инфраструктуры в расчете на оптимальную численность населения.

Среди методов, применяемых за рубежом, можно выделить регрессионный анализ и кластерный анализ. Регрессионный анализ - выявление наличия связи между переменными и составление уравнений зависимости, кластерный анализ - многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных и упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы.

Сравнительный анализ практик в повышении привлекательности моногородов в России и за рубежом. Можно отметить общую характерную особенность, присущую и российским, и иностранным моногородам, – низкий уровень диверсификации городской экономики. Монопрофильные города в основном ориентированы на производство продукции невысокого уровня технологического передела [6].

Основные проблемы, с которыми сталкиваются монопрофильные города, связаны с проблемой диверсификации и деиндустриализации. Анализ международного опыта демонстрирует, что основными факторами успешной модернизации моногорода может и должно являться использование всего имеющегося потенциала территории. Не всем моногородам удалось окончательно переломить негативные тенденции в своем развитии. Однако для достижения необходимого положительного результата нужно значительное время, иногда это не одно десятилетие [7].

Литература

1. Об утверждении перечня монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации (моногородов): постановление Правительства РФ 29.07.2014 № 1398-р (ред. от 21.01.2020) // Доступ из справ.-прав. системы «КонсультантПлюс».

Сведения об авторах

Торшина Анна Вячеславовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических наук Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: anna-torshina@yandex.ru

Калинин Роман Николаевич, студент 2 курса Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: daunuseless@yandex.ru

2. Неганова О.А. Моногорода в региональной экономике РФ: понятие моногород, градообразующее предприятие, классификация моногородов // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2015. № 25. С. 115–119.
3. Единый перечень мер поддержки монопрофильных муниципальных образований РФ. URL: <http://моногорода.рф/documents/reestr.php>
4. Как в России снимают «проклятие моногородов». URL: <https://plusone.rbc.ru/economy/kak-v-rossii-snimayut-proklyatie-monogorodov>
5. Завьялова Е.А. Территориальное проектирование как маркетинговый фактор повышения привлекательности моногородов // Вестник КемГУ. 2018. № 3. С. 101–107.
6. О критериях отнесения муниципальных образований Российской Федерации к монопрофильным (моногородам) и категориях монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации (моногородов) в зависимости от рисков ухудшения их социальноэкономического положения: постановление Правительства РФ от 29.07.2014 N 709. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. О мерах поддержки монопрофильных муниципальных образований (моногородов): проект Указа Президента РФ (по состоянию на 21.01.2014) (подготовлен Минэкономразвития России). [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

УДК 628.3

МАГНИТНЫЙ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Степанова М.Н., Ожегова С.М.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье приводится сравнительная характеристика различных способов очистки воды.

Ключевые слова: очистка воды, магнит, накипь, осадок, соли.

Вода необходима человеку для полноценной жизни. Недостаток влаги в организме приводит к ряду неприятных и даже опасных последствий: обезвоживание становится причиной многих заболеваний и раннего старения. Даже если понимать важность воды для здоровья, часто люди совершают ошибку – употребление водопроводной воды для питья. Центральная система водоснабжения в больших городах не может обеспечить должный уровень очистки воды. Жидкость из крана, не приносит никакой пользы организму, напротив, может нанести непоправимый урон здоровью из-за высокого содержания минеральных солей и вредных микроорганизмов. В стакане воды из-под крана есть тяжёлые металлы, канцерогены. А старые водопроводные трубы добавляют ещё и ржавчину. Если постоянно пить такую воду, можно очень быстро столкнуться с заболеваниями желудочно-кишечного тракта и почек. Эти проблемы помогут решить специальные фильтры для очистки воды.

Магнитная обработка воды – это воздействие на воду постоянным магнитным полем, при котором растворенные в воде ионы кальция, кремния и магния теряют свою способность к солеобразованию (накипи) на сорбирующих поверхностях. При этом нерастворимые соли находятся во взвешенном состоянии, а уже существующие отложения разрыхляются и легко удаляются.

Цель данной очистки воды заключается в придании ей новых физико-химических свойств, что делает этот метод незаменимым в системах очистки воды. Так, например, обработка воды магнитным полем является альтернативой в использовании твердых и жидких ингибиторов в обратноосмотических системах.

Вода, полученная при магнитной обработке, сохраняет свой солевой состав и не образует побочных свойств. За счет обработ-

ки магнитным полем достигаются следующие эффекты:

1. При установке магнитных очистителей за несколько метров до бойлеров или паровых котлов снижается количество накипи, образуемой при нагревании.

2. Улучшаются вкусовые качества питьевой воды, достигаемой за счет увеличения скорости осаждения нерастворимых примесей.

3. Снижается количество потребляемых реагентов при умягчении жёсткой воды.

4. Увеличивается скорость фильтрации, а также уменьшается количество и объем отстойников.

5. Очищаются от солей эксплуатируемые теплообменники (без использования химических реагентов).

6. Снижаются затраты на обслуживание систем очистки воды.

7. За счет уменьшения коррозии увеличивается срок службы обогревательного и сантехнического оборудования.

8. Увеличивается теплоотдача от систем отопления.

9. Удаляются «мыльные шлаки», которые образуются на волосах, теле, посуде при использовании моющих средств.

Соли кальция и магния, растворенные в воде, находятся в окружении кластеров (скопления молекул) воды. Если температура воды обычная (не выше 25°C), ионы кальция и магния не вступают во взаимодействие с другими соединениями, и накипь в этих условиях не образуется. При кипячении воды сила притяжения молекул воды ослабевает, и кластеры распадаются на отдельные молекулы воды. При этом ионы кальция свободно вступают в связь с другими солями, образуя нерастворимые в воде соединения (накипь).

При обработке воды магнитным полем уже в холодной воде начинают разрушаться кластеры воды, после чего примеси, содержащие ионы кальция и магния, могут всту-

пать в соединения с другими примесями, образуя так называемые центры кристаллизации или микрокристаллы. Этот процесс подобен цепной реакции – новые ионы кальция и магния осаждаются не на трубах и системах отопления в результате нагревания, а на микрокристаллах еще до того, как вода начинает нагреваться.

Микрокристаллы после подогревания остаются в воде в виде легко удаляемого осадка (шлама) и обычно скапливаются в специальных отстойниках. Кроме этого, цепная реакция воздействует и на уже образованную накипь, делая ее рыхлой и легко удаляемой. Со временем на оборудовании и поверхности труб образуется защитная оксидная пленка, которая защищает оборудование и трубы от появления коррозии.

Вода, полученная при магнитной обработке, может сохранять свои свойства от 10-12 часов до нескольких суток. Сроки сохранения свойств воды зависят от способов эксплуатации воды и ее состава.

Сведения об авторах

Степанова Марина Николаевна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n2107775@edu.misis.ru.

Ожегова Светлана Михайловна, старший преподаватель, кафедра математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8. E-mail: liora.62@yandex.ru.

Ещё одним способом очистки воды является электрохимическая очистка воды. Кроме солей, вода содержит мелкодисперсные примеси, которые представляют собой устойчивые коллоидные системы. Эта проблема особенно остро ощущается теми, кто в качестве источника водоснабжения выбрал поверхностный или подповерхностный водоем, например, пробурил скважину на песок. Для удаления взвешенных частиц целесообразно использовать устройства для электрохимической очистки воды.

Литература

1. Кожин И.В. Очистка питьевой и технической воды. – М.: Высш. шк., 2013.
2. Золотова Е.Ф., Асс Г.Ю. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода. – М.: Высш. шк., 2015.

УДК 368.2

СТРАХОВАНИЕ КАСКО С ТЕЛЕМАТИКОЙ

Туркина Е.А., Измайлова А.С.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Страховщики развивают новые продукты, чтобы сделать страхование максимально персонализированным и удобным. Телематика является тем инструментом, который позволяет это сделать.

Ключевые слова: телематика, страхование КАСКО, искусственный интеллект (ИИ).

Искусственный интеллект (далее ИИ), цитируя автора [3] – «это наука и технология, включающая набор средств, позволяющих компьютеру на основании накопленных знаний давать ответы на вопросы и делать на базе этого экспертные выводы, т.е. получать знания, которые в него не закладывались

разработчиками».

В нашей стране ИИ используется в страховании КАСКО – добровольном страховании имущественных интересов автовладельцев. Основной риск по статистике в КАСКО – это риск попадания в аварию. Чем безопаснее ездит водитель, тем меньше веро-

ятность его попадания в ДТП. В страховании КАСКО с телематикой ИИ используется для анализа данных, получаемых от телематиче-

ских устройств, установленных в автомобиле и определении на основе этих данных стиля вождения (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Использование ИИ в страховании КАСКО с телематикой

Для определения стиля вождения используются данные о резких поворотах, перестраивании, ускорении, торможении и т.д. Стиль вождения в свою очередь используется для определения величины страховой премии (чем более безопасный стиль, тем дешевле страховой полис). Такой вид страхования пользуется популярностью за рубежом, но не находит должного применения в нашей стране ввиду отсутствия законодательного регулирования.

Ошибки в системах ИИ обусловлены существующими проблемами машинного обучения, суть которых сводится к изменению алгоритмов решения, обусловленному изменениями в исходных данных. При этом на данный момент не существует возможности предсказать последствия и объяснить выбор решения системой ИИ, что соответственно делает использование ИИ не совсем удобным и понятным для потребителей страховых услуг.

Несмотря на существующие недостатки, связанные с использованием ИИ в страховании, потенциал его использования огромен, что связано в первую очередь со значительными позитивными социально-экономическими последствиями. Опираясь

на изложенное в источнике [2] можно судить о том, что использование искусственного интеллекта в сфере страхования позволяет: сделать процесс принятия решений более объективным и быстрым (решения о страховой премии, величине убытков и т.д.); обеспечить справедливость ценообразования страховых услуг; повысить привлекательность страхования; предотвратить мошенничество в сфере страхования; повысить безопасность дорожного движения; перейти страховым компаниям от ценовой конкуренции в продуктовую конкуренцию, основанную на качестве и инновационности.

Значимо влияние ИИ на повышение безопасности дорожного движения. В источнике [1] указывается, что Россия входит в пятерку стран с самыми высокими показателями смертности в ДТП на 100 тыс. населения в Европейском регионе, что влечет за собой прямые (например, потери владельцев транспорта) и косвенные потери (постоянное или временное выбытие человека из трудового процесса и т.д.). В статье также приведены данные по величине ущерба для одной из областей России. Так, например, стоимость ущерба от гибели человека, имевшего семью, оценивается в 36 135,7 тыс. руб. В целом же

потери от ДТП могут составлять от 2 до 5% ВВП.

Если опираться на данные по значимости использования ИИ в страховании, то, можно сделать вывод о необходимости его использования, при этом важно сделать данный процесс управляемым и безопасным, т.е. его необходимо регулировать. Полагаем, что регулирование ИИ в страховании должно стать частью комплексных мер по развитию рынка страховых услуг в России, что в свою очередь должно оказать позитивное влияние на экономический рост в стране, ведь как указывается в [3] существует определенная связь между развитием рынка страховых услуг и уровнем ВВП.

Сведения об авторах

Туркина Екатерина Александровна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

Измайлова Анна Сергеевна, заведующий кафедрой гуманитарных и социально-экономических наук, кандидат экономических наук, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: izmaanna@yandex.ru.

УДК 811.111.26

ВЛИЯНИЕ СЛЕНГА НА КУЛЬТУРУ МОЛОДЕЖИ

Елисеева И.А., Атыгай О.А.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье рассматривается роль английского молодежного сленга и его места в молодежной культуре. Изучается классификация сленга в английском языке, причины и способы употребления в речи и на письме.

Ключевые слова: сленг, лингвистика, социальные сети, компьютеризация, разговорная речь.

Язык любого народа мира не является застывшей субстанцией, это динамично развивающаяся система. Меняется мир — меняется и язык. А если принять во внимание число социальных групп в любой стране, то не удивительно, что каждая такая группа вырабатывает для разговорного общения между участниками свой лексикон, жаргон, сленг.

Несмотря на то, что изучение молодежного сленга привлекает к себе все больше внимания, в языкознании нет четкого понятия этого термина. Вся лексика того

или иного языка делится на: литературную и нелитературную. При этом к литературной относятся: книжные слова, разговорные слова, нейтральные слова. Вся эта лексика употребляется либо в литературе, либо в устной речи в официальной обстановке.

Нелитературная лексика подразделяется на профессионализмы, вульгаризмы, жаргонизмы и сленг, и отличается своим разговорным и неофициальным характером. Важно отметить, что профессионализмы — это слова, используемые небольшими группами людей, объединенных определенной профес-

Литература

1. Верзилин В.А., Наролина Ю.В. Социально-экономический ущерб от ДТП как один из аспектов обеспечения экономической безопасности Российской Федерации // РЕГИОН: системы, экономика, управление 2019 № 4 (47)
2. Землячева О.А., Федоренко О.А. Развитие страхования КАСКО в Российской Федерации // Научный вестник: Финансы, банки, инвестиции. 2016. №1.
3. Пройдаков Э.М. Современное состояние искусственного интеллекта // Научно-исследовательские исследования. 2018. №2018.

сией. Вульгаризмы — это грубые слова, обычно не употребляемые образованными людьми в обществе, специальный лексикон, используемый людьми низшего социального статуса: заключенными, торговцами наркотиками, бездомными. Жаргонизмы — это слова, используемые определенными социальными или объединенными общими интересами группами, которые несут тайный, непонятный для всех смысл.

Сленг — это слова, которые часто рассматриваются как нарушение норм стандартного языка. Это очень выразительные, ироничные слова, служащие для обозначения предметов, о которых говорят в повседневной жизни. Неизвестно, когда слово *slang* впервые появилось в Англии в устной речи. В письменном виде оно впервые зафиксировано в Англии в 18 веке. Тогда оно означало оскорбление.

«С начала XX века отмечены три бурные волны в развитии молодежного сленга. Первая датируется 20-ми годами, когда революция и гражданская война, разрушив до основания структуру общества, породили армию беспризорных, и речь учащихся подростков и молодежи, которая не была отделена от беспризорных непроходимыми перегородками, окрасилась множеством «блатных» словечек».

Вторая волна приходится на 50-е годы, когда на улицы и танцплощадки городов вышли «стиляги». Появление третьей волны связано не с эпохой бурных событий, а с периодом застоя, когда душливая атмосфера общественной жизни 70-80-х породила разные неформальные молодежные движения и «хиппующие» молодые люди создали свой «системный» сленг как языковой жест противостояния официальной идеологии.

Таким образом, молодое поколение не может не использовать английские слова в своей речи, поскольку некоторые из этих слов уже давно проникли в русский язык. С одной стороны, появление новых слов расширяет словарный запас носителей русского языка, а с другой утрачивается его самобытность и неповторимая красота.

Хайп», «зашквар», «бан», «рили», «лаг» — нет, это не молитва по изгнанию дьявола, это сленг — набор особых слов или новых значений, употребляемых в различных группах людей. Чаще всего данной группой выступают подростки. Именно в социальных сетях и рождаются те самые слова, которые, как считают многие, упрощают общение. Правда ли это? И зачем лю-

ди так активно ими пользуются? Именно в этом нам и придется разобраться.

Далеко не все в сленге приемлемо, но он заметно украшает английскую речь своей живостью, гибкостью и неожиданным остроумием. За многие века своего существования некоторые сленговые словечки, вышедшие из «низов», проникли и закрепились в литературном английском языке. Кто сейчас усомнится в респектабельности слова *lunch*? А это слово начинало свою жизнь в недрах сленга, так же как *bus*, *fun* и многие другие.

«По подсчетам С. В. Флекснера, одного из авторов Словаря английского сленга, из 600 тысяч слов английского языка приблизительно 45 тысяч — это сленг».

До недавних пор сленг был как социальный диалект или профессиональный жаргон, считалось ниже стандартов речи образованных людей и не рекомендовалось для употребления, но сейчас все изменилось, мы можем услышать сленги из уст профессоров, в телевизоре и в газетах.

No-brainer — из молодежного жаргона давно уже перешло в обиходную речь и является эквивалентом нашего молодежного «это ежу ясно»

Исследователи отмечают, что участь сленговых слов и выражений различна. Одни из них с течением времени настолько приживаются, что переходят в общеупотребительную речь. Другие существуют лишь какое-то время вместе со своими носителями, а затем забываются даже ими. И, наконец, третьи сленговые слова и выражения так и остаются сленговыми на протяжении длительного времени и никогда полностью не переходят в общеупотребительный язык, но в то же время и совсем не забываются.

Boy-friend — бойфренд, *weekend* — уикенд, *party* — пати, *looser* — лузер, *baby* — бейби, *go* — гоу. Некоторые из этих сленговых единиц уже не расцениваются как сленг вовсе, так как они прочно вошли в нашу жизнь и, как следствие, в наш словарный запас.

Также можно привести пример с обычной грамматикой и разговорной речью: например, вы можете почувствовать сразу, приехав в англоязычную страну большую разницу. Так как такие сокращения можно считать элементами сленга: *Gonna* — *going to*, *wanna* — *want to*, *ama* — *I am*, *ye* — *yes*, *dis* — *this*, *u* — *you*, *dunno* — *don't know*, *cause* — *because*.

Таким образом, в жизни мы используем два языка — сложный письменный и простой устный. Интернет породил третий язык

– промежуточный. Он соединил в себе точность первого и краткость второго. Третий язык быстро набирает лексику. Такие слова как «гуглить» – искать информацию в интернете, «хейтить» – негативно о ком-то отзываться – и другие давно перестали быть жаргонизмами и вошли в разговорную лексику.

С одной стороны, эти слова и вправду упрощают общения. А с другой – мы не обращаем внимания на то, что этими жаргонизмами засоряем русский язык.

Каждый день мы сталкиваемся со сленгом: интернет, телевидение, газеты – и это абсолютно нормально. Обидно, что заимствования становятся более популярными, чем их исконно русские аналоги. Но, русский

язык не должен стоять на месте, он обязан развиваться, впитывать в себя всё новые и новые слова, потому что если этого не будет – язык перестанет существовать.

Литература

1. Береговская Э.М. Молодёжный сленг: формирование и функционирование // Вопросы языкознания. 1996. № 3. С.32-41.
2. Козырев В.А., Черняк В.Д. Речевой портрет современного студента: культурная грамотность // Вестник Герценовского университета. 2007. № 9. С.21-25.

Сведения об авторах

Елисеева Ирина Александровна, кандидат филологических наук, доцент кафедры Гуманитарных и социально-экономических наук Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: elis-1000@mail.ru

Атыгай Олжас Ахатулы, студент 2 курса, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: atygai_o@mail.ru

УДК 517.9

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С РАЗДЕЛЯЮЩИМИСЯ ПЕРЕМЕННЫМИ В КИНЕТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЯХ РЕАКЦИИ

Рязанова К.А., Швалева А.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Рассмотрены дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными, используемые в решении задач по химии.

Ключевые слова: математическая модель, дифференциальное уравнение, общий интеграл дифференциального уравнения, скорость реакции, концентрация.

Математическая модель – это абстракция реального мира, в которой интересные отношения между реальными элементами заменены подходящими отношениями между математическими объектами.

Рассмотрим математические модели кинетики химических реакций. Химическая кинетика изучает механизм протекания процесса, т.е. те промежуточные стадии, состоящие из элементарных актов, через которые

система переходит из начального состояния в конечное. Уравнение, выражающее зависимость скорости реакции от концентрации каждого вещества, называют кинетическим уравнением реакции в дифференциальной форме.

Самым простым дифференциальным уравнением является уравнение с разделяющимися переменными. Его вид: $y' = f_1(x)f_2(y)$. Порядок действий при решении

данного уравнения таков: в исходном уравнении распишем y' как $\frac{dy}{dx}$, затем обе части уравнения умножим на dx и разделим на $f_2(y)$, тем самым разделив переменные. Получим уравнение вида:

$$\frac{dy}{f_2(y)} = f_1(x)dx$$

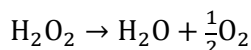
Проинтегрировав обе части уравнения по своим переменным, получим общий интеграл данного дифференциального уравнения.

Рассмотрим некоторые задачи с химическим содержанием, решение которых приводит к составлению дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными.

1) Найдите среднее значение константы скорости реакции первого порядка разложения H_2O_2 в водном растворе. Изменение концентрации за время от начала опыта приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение концентрации

t - время отбора проб в сек от начала опыта	n - число концентрации, (моль/л)
0	21,6
10	12,4
20	7,2
30	4,1



В данной задаче показатель степени равен единице, поэтому эта простая реакция первого порядка. Выражение для мгновенной скорости реакции по какому-либо из реагентов записывается в виде:

$$v = -\frac{dC}{dt}, \quad (1)$$

где v – мгновенная скорость,

dC – бесконечно малое изменение молярной концентрации,

dt – бесконечно малый промежуток времени (знак минус перед правой частью уравнения ставится для того, чтобы скорость была положительной величиной, так как изменение концентрации реагента – величина отрицательная – концентрация реагентов во время протекания реакции уменьшается).

По закону действующих масс – закону Гульберга-Вааге, скорость реакции прямо пропорциональна концентрации. Для реакции первого порядка математическое выражение этого закона принимает вид:

$$v = kC, \quad (2)$$

где k – константа скорости.

Приравниваем правые части равенств (1) и (2):

$$-\frac{dC}{dt} = kC$$

Получили дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными.

Обе части уравнения умножим на dt :

$$-dC = kC \cdot dt$$

После разделим на C , получив затем уравнение с разделенными переменными:

$$-\frac{dC}{C} = k \cdot dt \quad (3)$$

Для понимания того, сколько вещества вступит в реакцию за определенный интервал времени, необходимо решить данное уравнение, т.е. найти общий интеграл.

Проинтегрируем обе части равенства (3):

$$-\int \frac{dC}{C} = \int k \cdot dt$$

В результате интегрирования получим:

$$-\ln C = kt + const$$

Воспользуемся начальными условиями, предложенными в условии задачи (в таблице).

$t = 0$ (начальный момент времени), $const = -\ln C_0$ (C_0 – начальная концентрация вещества)

$$-\ln C = kt - \ln C_0$$

Выведем отсюда формулу константы:

$$\ln C_0 - \ln C = kt,$$

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C}$$

Зная формулу константы, подставим имеющиеся значения для переменных в разные промежутки времени

$$k_1 = \frac{1}{10} \ln \frac{21,6}{12,4} = 0,0555(\text{сек}^{-1}),$$

$$k_2 = \frac{1}{20} \ln \frac{21,6}{7,2} = 0,0549(\text{сек}^{-1}),$$

$$k_3 = \frac{1}{30} \ln \frac{21,6}{4,1} = 0,0554(\text{сек}^{-1})$$

Нашли три значения константы для каждого t (10;20;30), можно найти среднее значение константы:

$$k_{\text{ср}} = \frac{k_1+k_2+k_3}{3},$$

$$k_{\text{ср}} = \frac{0,0555 + 0,0549 + 0,0554}{3} = 0,0552(\text{сек}^{-1})$$

Таким образом, $k_{\text{ср}} = 0,0552(\text{сек}^{-1})$.

Рассмотрим еще одну задачу, решение которой приводит к решению дифференциального уравнения с разделяющимися переменными.

2) Получите формулу для нахождения итоговой концентрации в реакции разложения диметилового эфира:



Сумма показателей степеней, в которых концентрация всех исходных веществ входит уравнение скорости реакции, равна порядку реакции в целом. Порядок химической реакции по веществу совпадает со стехиометрическим коэффициентом реакции лишь в очень простых реакциях.

В данной задаче показатель степени равен единице, поэтому эта простая реакция первого порядка.

Выражение для мгновенной скорости реакции (1):

$$v = -\frac{dC}{dt}$$

Для реакции первого порядка математическое выражение этого закона принимает вид (2):

$$v = kC$$

Приравниваем правые части равенств (1) и (2):

$$\begin{aligned} -\frac{dC}{dt} &= kC, \\ -dC &= kC \cdot dt \\ -\frac{dC}{C} &= k \cdot dt \end{aligned}$$

Сведения об авторах

Рязанова Карина Александровна, студентка первого курса, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8. E-mail: nf@misis.ru.

Швалева Анна Викторовна, кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8. E-mail: shvaleva.1978@mail.ru.

Проинтегрируем обе части последнего равенства:

$$-\int \frac{dC}{C} = \int k \cdot dt$$

В результате интегрирования получим:

$$-\ln C = kt + \text{const} - \text{решение дифференциального уравнения.}$$

Воспользуемся начальными условиями, $t = 0$ (начальный момент времени), $\text{const} = -\ln C_0$ (C_0 – начальная концентрация вещества):

$$-\ln C = kt - \ln C_0$$

Запишем уравнение иначе:

$$-kt = \ln \frac{C}{C_0}$$

Потенцируем уравнение:

$$e^{-kt} = \frac{C}{C_0}$$

Отсюда найдем уравнение для нахождения концентрации реагента в любой момент времени t :

$$C = C_0 \cdot e^{-kt}$$

Литература

1. Сборник задач по физической химии / В.И. Грызунов, А.Ф. Серженко, В.А. Шаманова. – М.: Издательство «Учёба», 2003.
2. Начала современной химии: Справочное издание. / Ремсден Э.Н. Пер. с англ. под ред. В.И.Барановского и др. – Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1989.
3. Третьяк И.В. Математика. – Москва, 2018.
4. Шипачев В.С. Высшая математика. Учеб. Для вузов. – 5-е изд., стер. – М.: Высш. Школа. 2001. – 479 с.

УДК 364

СИСТЕМА СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ДЕТЕЙ-СИРОТ И ДЕТЕЙ, ОСТАВШИХСЯ БЕЗ ПОПЕЧЕНИЯ РОДИТЕЛЕЙ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Торшина А.В., Нивина О.М.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье охарактеризованы понятия: социальная защита, дети-сироты, дети, оставшиеся без попечения родителей. Рассмотрены правовые аспекты сиротства и формы социальной защиты детей - сирот и детей, оставшихся без попечения родителей в России и за рубежом. Представлены результаты мониторингового исследования по принятию ребенка в семью на территории города Новотроицка Оренбургской области.

Ключевые слова: социальная защита, дети-сироты, дети, оставшиеся без попечения родителей.

В современном обществе существует множество социальных проблем, особое место среди которых занимают проблемы, касающиеся детей их воспитания, образования и содержания в Российской Федерации, как и в иных странах, имеются дети-сироты, дети, которые остались без родительского попечения и требуют особого внимания со стороны государства. Положение детей в современной России напрямую зависит от социальной поддержки семей с детьми, защищенности государством прав и интересов детей. Нестабильность в обществе губительно действует на семейные устои. Дети в силу своей физической и умственной незрелости должны находиться под усиленным вниманием и контролем не только со стороны государства, но и быть в сфере особой заботы общества. Обозначенные обстоятельства определили актуальность данного исследования.

Цель: выполнить сравнительный анализ систем защиты детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей в России и за рубежом.

Задачи:

1. Выявить сущность понятий: социальная защита; дети-сироты; дети, оставшиеся без попечения родителей;
2. Рассмотреть правовые аспекты сиротства в России и за рубежом;
3. Рассмотреть формы социальной защиты детей - сирот и детей, оставшихся без попечения родителей в России и за рубежом;
4. Провести мониторинговое исследование по принятию ребенка в семью на территории города Новотроицка Оренбургской области.

Социальная защита - это система мер, направленных на соблюдение прав человека

и на удовлетворение его социальных потребностей.

Сиротство — социальное явление, обусловленное нахождением в обществе детей-сирот по причине их смерти, объявления их без вести пропавшими, признания родителей недееспособными, лишения их родительских прав и прочее. К таким детям также употребляется понятие «дети, оставшиеся без попечения родителей». В эту категорию детей также можно включить детей — инвалидов, которых родители оставили на попечение государства.

Дети-сироты — лица в возрасте до 18 лет, у которых умерли оба родителя или единственный родитель;

Дети, оставшиеся без попечения родителей — лица в возрасте до 18 лет, которые остались без попечения единственного или обоих родителей, вследствие лишения их родительских прав, ограничения в родительских правах, признания родителей ограниченно дееспособными или полностью недееспособными, отбывания ими наказания в учреждениях лишения свободы, признания родителей безвестно отсутствующими, объявления их умершими;

Лица из числа детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей в возрасте от 18 до 23 лет, в том случае, когда они находились в возрасте до 18 лет и лишились одного или обоих родителей. Такая категория лиц имеет право на дополнительные гарантии по социальной поддержке [1].

Правовые аспекты сиротства в России и за рубежом: в России действует Федеральный закон «О дополнительных гарантиях по социальной поддержке детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей» от

21.12.1996 № 159. Во Франции действует соответствующий Декрет от 4 июля 1972 г., в Англии — Парламентский акт от 26 июля 1968 г., в Италии — Закон от 5 июня 1967 г., в Аргентине — Закон об усыновлении несовершеннолетних 1971 г.

Формы социальной защиты детей в России: усыновление; опека над несовершеннолетними; приемная семья; патронат, патронатная семья. *Формы социальной защиты за рубежом:* усыновление, опека над несовершеннолетними, патронатная семья, фостерная семья.

Социальное сиротство и его причины. Социальные сироты - формально имеют родителей, но фактически лишены их опеки. Усыновление – форма воспитания детей на основе правовых отношений между усыновителем и усыновленным. Опека – форма обеспечения защиты прав и охраняемых законом интересов в целях содержания, воспитания, образования, защиты прав и интересов детей. Патронатная семья - возмездная опека на основе регионального законодательства. Причина социального сиротства - кризис института семьи.

Проблемы социального сиротства: по психическому развитию такие дети отличаются от ровесников: не хватает внимания и эмоционального стимулирования (тяжелые повреждения личности, самосознания и интеллектуального развития); в учреждениях среда обитания сиротская, казарменная; в бытовом плане «вечные иждивенцы»; после окончания пребывания в учреждениях некуда возвращаться и помощи ждать неоткуда [2-4].

Система социальной защиты в России и за рубежом: сравнительный анализ

Технологии социальной работы с детьми сиротами в Финляндии. В Финляндии нет детских домов. Система устроена по принципу детских домов «семейного типа». В Финляндии сиротой считается несовершеннолетний, у которого нет мамы и папы. Такая процедура, как «лишение родительских прав» также не предусмотрена законодательством. Родители, чьи дети изъяты, все равно сохраняют свои права и могут восстановить семью, устранив претензии социальных служб. Основания же для изъятия ребенка из семьи: угроза здоровью детей, злоупотребление алкоголем или наркотиками, девиантное поведение подростка, психические отклонения родителей.

И всё же, в отличие от России, изъятие ребенка из семьи в Финляндии - это не нака-

зание, не репрессия, а мера для его защиты. Закон в Финляндии обязывает социальные службы поддерживать связь между ребёнком и родителями. В детское учреждение ребёнок попадает не на всю жизнь, а на 2-3 года в среднем. Там дети получают деньги на карманные расходы, а местным жителям можно брать детей в гости - этой возможностью финны активно пользуются. Когда такие дети вырастут - им положены различные льготы и стипендии – это даёт все стартовые возможности в жизни.

Технологии социальной работы с детьми сиротами во Франции. Во Франции также нет детских домов. В подавляющем большинстве случаев дети-сироты берутся под опеку членами их семей - тетьми, дядями, дедушками и бабушками. Что касается государственных структур, существуют временные детские приемники, куда помещают детей с проблемами. Но, это приемники для детей, у которых есть родители. Родители и дети остаются в контакте, и все делается для того, чтобы подготовить возвращение этих детей домой.

Технологии социальной работы с детьми сиротами в Германии. В Германии детский дом имеет характер дома, где ребенок живет в семье, которая согласна такого ребенка воспитывать. Это не усыновление, оно не порождает всех юридических последствий, люди остаются «юридически чужими» а государство выплачивает компенсацию (расходы на предоставление ребёнку жилой площади, питание и одежду).

Нахождение в «детских домах казарменного типа» (как в России), где на десятки детей приходится один воспитатель, рассматривается как катастрофа: ребенок должен жить в семье, у него должен быть свой собственный взрослый или взрослые, которым он небезразличен и которые небезразличны ему.

Технологии социальной работы с детьми сиротами в Америке. В Америке также нет детских домов, где воспитанники живут на постоянной основе. В США широко развита система приёмных родителей, которые берут к себе жить детей без формального усыновления, а государство им платит за это какое-то пособие. Поэтому существуют центры-распределители, где дети находятся пока не попадут в какую-нибудь семью. Чтобы взять ребенка кто-нибудь из взрослых должен пройти специальное обучение и получить разрешение.

В США есть «дома сирот», но в них живут, в разных штатах, от 5 до 9 процентов оставшихся без родителей детей. Устройством детей, оказавшихся без присмотра, занимается система опеки FosterCare.

Технологии социальной работы с детьми сиротами в Швеции. Население Швеции растет, но дети-сироты и для этой благополучной страны - большая проблема, которую государство решает с помощью устройства сирот в семьи. Местные власти сами собирают социальный налог (30-35 процентов от заработка гражданина) и сами этими средствами распоряжаются.

С помощью этих денег удается воплотить разработанную модель устройства детей в семьи. Детей оставляют родные родители, или их отбирают у них только после того, как с семьей на протяжении долгого времени работали другие социальные службы, специалисты по внутрисемейным проблемам. И только, когда становится ясно, что пребывание ребенка в родной семье угрожает его здоровью и развитию, его изымают из семьи и о нем начинает заботиться общество.

Технологии социальной работы с детьми сиротами в Китае. В Китае расходы за содержание детей-сирот в семьях граждан берут на себя учреждения общественного благосостояния и гражданской администрации, а «приемные» матери и отцы обязаны в качестве родителей выполнить взятые на себя обязательства по уходу за детьми-сиротами и сиротами-инвалидами. От казарменных детских домов как в России на Западе давно отказались. Казарменный детский дом - это тюрьма в миниатюре, она не готовит граждан, а даёт на выходе асоциальных элементов, у которых нет никаких шансов в жизни. Поэтому европейская попечительская система направлена на формирование нормальных граждан в соответствие с государственным стандартом и идеологией [5, 6].

Сравнительный анализ систем защиты на примере России и США.

- цель государственной политики России и США- сохранить ребенка в кровной семье, а в случае невозможности — найти ему постоянное семейное устройство. В частности, в России осуществляются права детей, предусмотренные Конституцией, не допускается их дискриминации, гарантируются и восстанавливаются в случаях нарушений права детей. В США - предоставляются услуги «раннего вмешательства в проблемные семьи» с целью сохранения детей в биологических семьях.

- сигнал о неблагополучии ребенка. В России обязаны сообщать все специалисты, но ответственности на практике, как в США за непредставление, они не несут.

- изъятие ребенка из семьи. В России - крайняя мера. В США изъятие производится на основании судебного решения в зависимости от ситуации, в которую попал ребенок.

- на лишение родительских прав (ограничение). В России подают после отобрания ребенка при угрозе жизни и здоровью. В отсутствие изменений в семье - лишают. В США - через 15 месяцев после неуспешной работы с родителями.

- законодательное определение всех видов насилия и жестокого обращения с детьми: В России - только физическое и сексуальное насилие. Нет определения пренебрежения нуждами ребенка. В США- этнические и традиционные инициации, которые могут рассматриваться как вид насилия.

- приемная и фостерная семьи. В России – (патронат) форма семейного устройства ребенка по договору в семью до 18 лет. Фостерная семья в США –временное помещение ребенка на период работы с кровной семьей или до передачи на усыновление в случае невозможности возврата домой.

- усыновление внутри страны и усыновление ребенка из другого города. Россия - на внутренне усыновление. Международное усыновление - если ребенок не был востребован российскими кандидатами в течение года, надо доказать в суде. США защищает усыновление внутри страны налоговыми льготами (субсидия, компенсации, медицинскую страховку на ребенка). В случае международного усыновления вся финансовая поддержка отменяется.

- возрастные ограничения при усыновлении. В России-возможно до 18 лет. В США- всю жизнь, нет ограничений.

- устройство в семью сиблингов. В России законодательно запрещено разделять. В США нет законодательного запрета.

- выпускники организаций для детей-сирот. В России поддержка выпускников до 23 лет (льготы в области образования, здравоохранения, трудоустройства). В США выпускники фостерных семей и организаций могут до 21 года проживать по программам независимого проживания в специализированном жилье при условии работы или обучения [7].

Статистические данные: по отчету Министерства просвещения России, в 2021 году в семьи устроены 33 тысячи детей-сирот. 19

тысяч - безвозмездная опека, 11 тысяч — возмездная, 2,5 тысячи усыновили. Всего в 2021 году в России было более 43 тысяч детей-сирот. Иностранное - в 2021 году 38 детей. Это в 6 раз меньше, чем в 2020 году.

В России количество детей-сирот, усыновленных иностранцами, сократилось в 11 раз за с 2016 года. В 2016 году было усыновлено 2 604. К 2021 году - 240. Лидером на являют США, тысячи детей. За ними следуют Китай, Италия, Испания, Франция, Германия.

Результаты мониторинга, проведенного на территории города Новотроицка: в 2021 году было выявлено 49 детей-сирот, устроено под опеку 28, не усыновили ни одного, в интернатах - 20, ни один ребенок не был возвращен в кровную семью. Статистика Новотроицка подтверждает общую статистику по стране.

Проблема помощи детям-сиротам и детям, оставшимся без попечения родителей, требует не только объединения усилий социальных работников, психологов и педагогов в разработке индивидуальных методик работы с каждым ребенком. На современном этапе необходимо принимать меры по совершенствованию отечественного законодательства на различных уровнях для оказания эффективной помощи, указанной категории детей [3].

Сведения об авторах

Торшина Анна Вячеславовна, кандидат педагогических наук, старший преподаватель, кафедры гуманитарных и социально-экономических наук Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: anna-torshina@yandex.ru

Нивина Ольга Михайловна, студентка первого курса Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: onivina@mail.ru

Литература

1. Кого можно отнести к детям-сиротам? – URL: https://мвд.пф/upload/site130/_docs/_pravo_inf/12_2019/Kogo_mozhno_otnesti_k_det_yam_sirotam.pdf
2. Социальная сирота: сущность понятия, причины возникновения. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnaya-sirota-suschnost-ponyatiya-prichiny-vozniknoveniya>
3. Сироты и дети, оставшиеся без попечения родителей в современной России. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/siroty-i-deti-ostavshiesya-bez-popecheniya-roditeley-v-sovremennoy-rossii>
4. Основные проблемы детей, оставшихся без попечения родителей. – URL: <https://studbooks.net/966669/pravo/os-ponye-problemy-detey-sirot-detey-ostavshiesya-popecheniya-roditeley>
5. Характеристика технологии социальной работы с детьми, оставшимися без попечительства родителей. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-tehnologii-sotsialnoy-raboty-s-detmi-ostavshimisya-bez-popecheniya-roditeley>
6. Опыт социальной работы с детьми-сиротами за рубежом - Технология социальной работы с детьми. – URL: <https://studwood.ru/608903/sotsiologiya/opyt-sotsialnoy-raboty-detmi-sirotami-rubezhom>
7. Сравнительный анализ систем защиты детей, оставшихся без попечения родителей, в России и США. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-sistem-zaschity-detey-ostavshimisya-bez-popecheniya-roditeley-v-rossii-i-ssha>

УДК 621.313.13

ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Штырков А.А., Ожегова С.М.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Актуальность данной темы заключается в том, что на сегодняшний момент существуют разные виды электродвигателей, но какой же следует выбрать? При выборе электродвигателя следует учитывать множество факторов, в том числе целевое назначение, требующиеся эксплуатационные и механические характеристики, а также предполагаемые внешние воздействия.

Ключевые слова: электродвигатель, электропривод, эксплуатация, управление, применение.

Электрический двигатель – электрическая машина (электромеханический преобразователь), в которой электрическая энергия преобразуется в механическую.

Электродвигатели подразделяются на два типа по способу их питания: двигатели постоянного тока (ДПТ) и двигатели переменного тока. И каждый из этих типов подразделяется на подтипы.

Виды электродвигателей подразделяются по способу питания на электродвигатели постоянного напряжения и электродвигатели переменного напряжения. Существуют так же подвиды электродвигателей.

Названия электродвигателей постоянного напряжения представлены на рисунке 1.

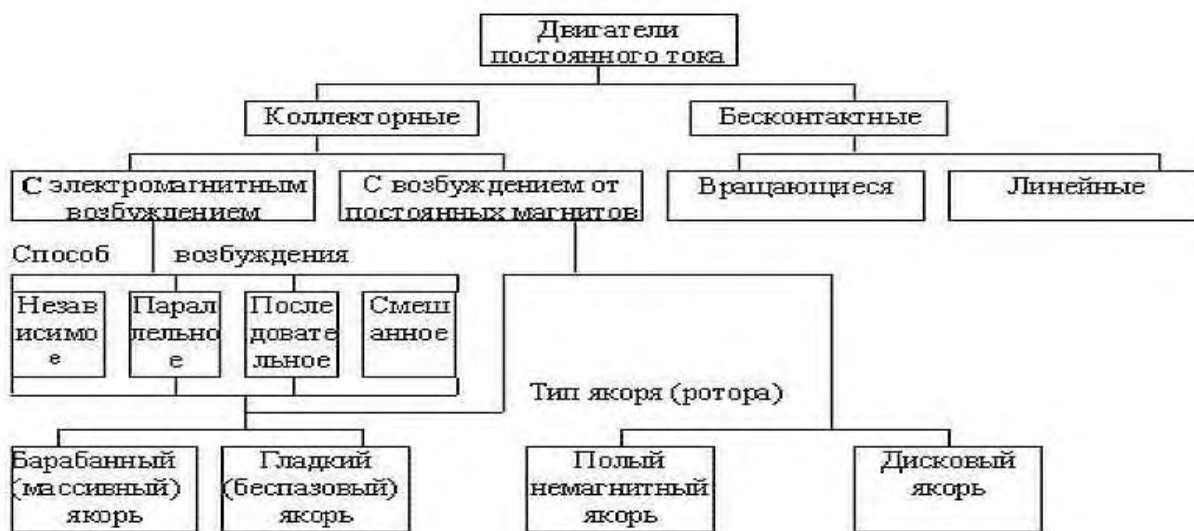


Рисунок 1 – Двигатели постоянного напряжения

Электродвигатели переменного напряжения разделяются на асинхронные и синхронные электродвигатели.

Выбор электродвигателя зависит от способа исполнения его электропривода. Способы исполнения электродвигателя делятся на нерегулируемый и регулируемый. Нерегулируемое исполнения электропривода электродвигателей долго использовалось по миру и в России тоже. Уже существовали двигатели переменного напряжения, но они не везде применялись. Двигатели переменного напряжения, в частности асинхронные

электродвигатели, стали усиленно внедряться в промышленность после появления преобразователей частоты, таким образом, появился регулируемый электропривод. Для современного производства появилась нужда в высоких скоростях и плавности управления электродвигателем. Для этих нужд подходит асинхронный электродвигатель с тиристорным преобразователем частоты (ТПЧ) в электроприводе.

Для наглядности при просмотре двух формул расчета частоты вращения регулируемого и нерегулируемого электропривода

нам станет понятно, что в нерегулируемом электроприводе достичь плавности управления скоростью электродвигателя сложно, а также это наносит вред обмотке электродвигателя, если будет изменяться численно подводимое напряжение к электродвигателю. В регулируемом электроприводе регулирование частотой вращения происходит не за счет изменения подводимого напряжения, силы тока или же изменения сопротивления, а за счет изменения частоты подводимого напряжения.

Частота вращения электродвигателя регулируемого электропривода рассчитывается по формуле 1.

$$n_2 = n_1 \cdot (1 - s) = 60 \cdot \frac{f_1}{p} \cdot (1 - s), \quad (1)$$

где f_1 – частота тока обмоток, [Гц];

n_1 – скорость (частота) вращения магнитного поля [об/мин];

p – число пар полюсов электродвигателя;

s – скольжение (разность скоростей вращения ротора и вращения магнитного потока статора) электродвигателя;

n_2 – частота вращения магнитного потока статора.

Частота вращения электродвигателя нерегулируемого электропривода рассчитывается по формуле 2.

$$n_n = 9.55 \cdot \frac{P_n}{M_n}, \quad (2)$$

где M_n – номинальный момент асинхронного двигателя, [Нм];

P_n – номинальная мощность двигателя, [Вт];

n_n – номинальная частота вращения электродвигателя, [об/мин].

Регулируемый электропривод достигает нужных скоростей и плавности регулирования за счет ТПЧ, его блока управления и датчиков. Так же это позволяет защитить электродвигатель от разноса, пусковых токов и т.д. без использования дополнительных аппаратов управления, что делает стоимость электропривода дешевле нерегулируемого. А асинхронный электродвигатель используется, потому что он дешевый, по сравнению с другими электродвигателями той же мощности, его конструкция проста, что позволит сэкономить на его ремонте и будет меньше времени простоя электродвигателя.

Литература

1. Кенио Т., Нагамори С. Двигатели постоянного тока с постоянными магнитами: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 2010.
2. ГОСТ 27471-87 Машины электрические вращающиеся. Термины и определения;
3. Кацман М.М. Электрические машины и электропривод автоматических устройств: Учебник для электротехнических специальностей техникумов. – М.: Высш. шк., 2013.
4. Пиотровский Л.М. Электрические машины. Учебник для учащихся электромашиностроительных, энергетических и электротехнических техникумов. – Л.: Энергия, 1986.

Сведения об авторах

Штырков Александр Александрович, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: LokiHamel@yandex.ru

Ожегова Светлана Михайловна, старший преподаватель, кафедра математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8. E-mail: liora.62@yandex.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Разработка технологии гранулирования тонкодисперсных железосодержащих продуктов травления горячекатаной полосы Дема Р.Р., Харченко М.В., Нефедьев С.П.	2
Разработка автоматического обмотчика длинномерных изделий пао «северсталь» Нефедов А.В., Чекменева Е.А., Чиченев Н.А.	7
Особенности технологии коксования без улавливания химических продуктов Алексеев Д.И., Байдингер Ю.С.	10
Утилизация токсичных отходов хроматного производства при выплавке хромоникелевого чугуна и феррохрома в доменных печах Братковский Е.В.	14
Совершенствование технологии внепечной обработки стали с повышенными требованиями по неметаллическим включениям Нефедьев С.П., Харченко М.В., Важенин И.Е.	17
Развитие конструкций оборудования системы промежуточный ковш – кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок на основе математического и физического моделирования Точилкин В.В., Терентьев Д.В., Точилкин Василий В., Камалихина З.В.	22
Повышение эффективности доменной плавки в результате совершенствования дутьевого режима Калинина В.А., Шаповалов А.Н.	26
Совершенствование технологии выплавки черновой меди методом совмещенной плавки сульфидного сырья и конвертирования Гриднева А.Н.	29
Моделирование процесса окисления различных марок каменноугольных углей для коксования Алексеев Д.И., Демченко Н.П.	33
Управление процессом увлажнения агломерационной шихты при окомковании Фукс А.Ю., Гавриш П.В.	35
Оптимизация теплового состояния полосы на стане горячей прокатки Дема Р.Р., Харченко М.В., Гудкова А.М.	41
Модернизация коксовых грохотов доменного цеха Мадатов Р.Р.	45
Совершенствование режима термической обработки листового проката Нефедьев С.П., Харченко М.В., Амиров Р.Н.	47
Технология ректификации каменноугольной смолы Алексеев Д.И., Дорохова В.А.	50

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Исследование математической модели тележки для перемещения устройства подачи шлакообразующей смеси Лицин К.В., Морковник Д.А.	54
Реализация алгоритма поиска оптимального маршрута на гексагональной сетке эмулирующей ландшафт Абдулвелеева Р.Р., Ларченко А.С.	58
Сравнение программируемых логических контроллеров на примере «ОВЕН ПЛК 200/ПЛК 210» И «SIEMENS SIMATIC S7-300» Клименко А.А., Белых Д.В.	60
Инструментальные средства разработки мобильного приложения Богданова В.С.	62
Исследование схем замещения синхронного двигателя с обмоткой возбуждения Лицин К.В., Шрам В.А., Маннанов Н.И., Головкин С.А.	65
Структурная схема информационной системы для складского учёта Абдулвелеева Р.Р., Логинов Г.В.	69
Программа работы «СВЕТОФОР» в TIA PORTAL Шахновский А.Н., Белых Д.В.	72
Обзор мобильных операционных систем Богданова В.С.	75
Разработка программного обеспечения для выполнения функций упаковочного оборудования Цуканов А.В., Лицин К.В.	79
Разработка автоматизации микроклимата теплицы Калинин Р.Н., Белых Д.В.	81
Приложение для складского учёта Абдулвелеева Р.Р., Гаврилов А.А.	83

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

Точное решение задачи конвективной диффузии в пористом пласте-коллекторе Гюнтер Д.А.	85
Социальные сети как способ изучения иностранных языков Елисеева И.А., Степанова М.Н.	91
Возможности и риски использования искусственного интеллекта в страховании для личных финансов Смирнова Е.А., Измайлова А.С.	93

Создание новых материалов с заданными физическими свойствами: керамика Петров А.А., Ожегова С.М.....	95
Роль английского языка в жизни инженера Елисеева И.А., Ваганов К.А.....	96
Регулирование искусственного интеллекта в страховании с телематикой Беликов П.И., Измайлова А.С.....	98
Обыкновенные дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными в теории эпидемий Петров А.А., Швалева А.В.....	100
Важность английского языка для инженера Елисеева И.А., Яшников Д.Н.....	102
Практика в повышении привлекательности моногородов: российский и зарубежный опыт Торшина А.В., Калинин Р.Н.	103
Магнитный и электрохимический способ очистки воды Степанова М.Н., Ожегова С.М.	107
Страхование каско с телематикой Туркина Е.А., Измайлова А.С.....	108
Влияние сленга на культуру молодежи Елисеева И.А., Атыгай О.А.....	110
Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными в кинетических уравнениях реакции Рязанова К.А., Швалева А.В.	112
Система социальной защиты детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей в России и за рубежом: сравнительный анализ Торшина А.В., Нивина О.М.	115
Выбор электродвигателя для современной промышленности Штырков А.А., Ожегова С.М.....	119

Требования к публикации материалов

1) В редакцию предоставляется электронная версия статьи, рецензия на статью, экспертное заключение о возможности опубликования работы в открытой печати, сведения об авторах.

2) Один автор может опубликовать в одном сборнике не более двух статей.

3) Объем статьи не должен превышать 6 полных страниц.

Научные статьи, направляемые для публикации в журнале, должны содержать: УДК, название статьи, список авторов, аннотация (не более 250 печатных знаков), список ключевых слов (не более 5), текст работы, литература (ГОСТ 7.1-2003). Все указанные выше пункты (кроме основного текста и списка литературы) должны быть представлены также и в англоязычном варианте. Электронное письмо с этими документами отправляется одним архивом (.zip) с указанием ФИО одного из авторов с которым и будет взаимодействовать редакция в процессе подготовки статьи к печати.

4) Статью следует набирать в шаблоне, предоставленном в разделе «Наука» на сайте nf.misis.ru

5) Параметры набора: Поля зеркальные, верхнее - 20, нижнее 20, левое 20, правое 25. Шрифт – Times New Roman; размер шрифта – 11 pt; начертание – строчное; межстрочный интервал – одинарный; расстановка переносов – автоматическая; выравнивание текста – по ширине; отступ абзаца – 1 см. Формулы, графики и рисунки оформляются при помощи стандартных средств MS Word.

6) Адрес редакции: 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, 8. тел.: 8 (3537) 67-97-29. E-mail: nf@misis.ru

Редакция оставляет за собой право не принимать работы, оформленные и представленные с отступлениями от установленных требований.

Наука и производство Урала

№18, 2022

Подписано в печать 02.09.2022. Формат 60×84 1/8. Цифровая печать.
Усл. печ. л. 15,5. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии Издательского центра НФ НИТУ «МИСиС».
462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, 8