

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Выксунский филиал Национального исследовательского
технологического университета «МИСИС»

ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ — РОДНОМУ РЕГИОНУ

*Сборник материалов XI региональной межвузовской
научно-практической конференции (г. Выкса, 18 апреля 2024 г.)*

Казань
Издательство «Бук»
2025

УДК 0/9(063)
ББК 1/9я431
Т28

Редакционная коллегия:

к. т. н. Товмасян М. А., д. т. н. Сафонова В. М., к. т. н. Кудашов Д. В.

Т28 Творчество молодых — родному региону : сборник материалов XI региональной межвузовской научно-практической конференции (г. Выкса, 18 апреля 2024 г.) / Выксунский фил. Нац. исследовательского технологического ун-та «МИСИС» ; под ред. М. А. Товмасян, В. М. Сафонова, Д. В. Кудашова. — Казань : Бук, 2025. — 292 с. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-00254-060-0.

Сборник включает в себя тексты докладов и статей, представленных в рамках XI региональной межвузовской научно-практической конференции «Творчество молодых — родному региону», состоявшейся 18 апреля 2024 года в Выксунском филиале Национального исследовательского технологического университета «МИСИС».

Издание адресовано студентам, магистрам, аспирантам и преподавателям вузов, а также сотрудникам других профильных и смежных сфер деятельности с целью использования в научной работе и учебной деятельности..

УДК 0/9(063)
ББК 1/9я431

ISBN 978-5-00254-060-0

© Выксунский фил. Национального
исследовательского технологического
ун-та «МИСИС», 2025 2025
© Оформление. ООО «Бук», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ГУМАНИТАРНАЯ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

<i>Борькина Е.А.</i> НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ И/ИЛИ БАНКРОТСТВО	10
<i>Воронин Е.С., Грошев В.В.</i> НОВОЕ МЫШЛЕНИЕ М.С. ГОРБАЧЁВА И ЕГО ПОЛИТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ.....	13
<i>Зайцев Д. А., Грошев В. В.</i> ПУТЬ АДМИРАЛА КОЛЧАКА ДО ВЕРХОВНОГО ПРАВИТЕЛЯ РОССИИ	19
<i>Крутов Д.А., Каляшина А.А.</i> ИСТОРИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	25
<i>Кузенкова Н. Д.</i> ПРАВА И ОБЯЗАННОСТИ ПОРУЧИТЕЛЯ ПО КРЕДИТНОМУ ДОГОВОРУ	29
<i>Полякова М.М., Терехина А.С.</i> ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОДАЖ	34
<i>Рыбинец А.Г.</i> ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА	37
<i>Рыбинец А.Г.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И КОРРЕКТИРОВКА АНТИКРИЗИСНОЙ СТРАТЕГИИ «ГРУППЫ ГАЗ»	43
<i>Синев А.Н.</i> РОЛЬ ФИНАНСОВОЙ И БАНКОВСКОЙ СИСТЕМ В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ	48
<i>Синявская С. А.</i> ПРАВОВАЯ ПРИРОДА ПРОЦЕНТОВ ЗА ПОЛЬЗОВАНИЕ ЧУЖИМИ ДЕНЕЖНЫМИ СРЕДСТВАМИ	51
<i>Харакоз Ю.К.</i> ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ МОДЕЛИ КОРОПОРАТИВНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ	54
<i>Чичеев И.А., Грошев В.В.</i> КАТЫНСКИЙ РАССТРЕЛ, КТО ВИНОВАТ?	59

СЕКЦИЯ — ЕНД

<i>Зайцев Д. А., Жук Ю. Н.</i> ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА.....	63
<i>Кадулина Д.Д., Солоницина Е.А., Колобаева А.В.</i> ПОГРУЖНЫЕ СТАКАНЫ ДЛЯ РАЗЛИВКИ СЛЯБОВ НА МНРС	68
<i>Карзон Р.Р., Рыбаков А.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ И ГРАНИЦ СВАРНОГО ШВА ПО ДАННЫМ ТРИАНГУЛЯЦИОННОГО ЛАЗЕРНОГО ДАТЧИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.....	73
<i>Карзон Р.Р., Жук Ю.Н.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СОРТИРОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	78
<i>Колобаева Е.А.</i> ЦИФРОВИЗАЦИЯ КОЛЛЕДЖА	83
<i>Лаврухин Н.А., Жук Ю. Н.</i> ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ	86
<i>Лашманова М.В., Каляшина А.А.</i> ТИТАН И ЕГО ВАЖНОСТЬ В МЕТАЛЛУРГИИ.....	91
<i>Остроглазова М.Д., Жук Ю. Н.</i> РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ — «ПОЛЕЗНАЯ» РАДИАЦИЯ	94
<i>Стороженко Е.А.</i> КОФЕ — ПИТЬ ИЛИ НЕ ПИТЬ?	102

СЕКЦИЯ — МАШИНОСТРОЕНИЕ

Бычков И.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КАЛИБРОВКИ ТРУБ ДИАМЕТРОМ 245ММ С ЦЕЛЮ СНИЖЕНИЯ КРИВИЗНЫ В УСЛОВИЯХ ТЭСА 203-530.....	108
Васильев А.А., Галкин С.П. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА РАБОТЫ ФОРМОВОЧНОГО СТАНА В ЛИНИИ ТЭСА 114-245.....	112
Волкова А.М. СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ АВАРИЙНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПЛК АГРЕГАТОВ СТАНА-5000	116
Денисов Н.О. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАКАЧКИ ЭПОКСИДНОГО ПРАЙМЕРА.....	119
Денисов Н.О. ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБ ДЛЯ ОБУСТРОЙСТВА «ЮЖНО-КИРЕНКСОГО» МЕСТОРОЖДЕНИЯ	122
Киселева Е.С., Фортунатов А.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЧАГА ПРОШИВКИ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ В ДВУХВАЛКОВОМ СТАНЕ ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ В УСЛОВИЯХ МТПА 70-270 АО «ВМЗ»	125
Киселева Е.С., Фортунатов А.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА МЕЖДУ ВАЛКОМ И ЗАГОТОВКОЙ В ДВУХВАЛКОВОМ СТАНЕ ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ В УСЛОВИЯХ МТПА 70-270 АО «ВМЗ» ДЛЯ ТРУБЫ ДИАМЕТРОМ 269,9X21,5 ММ.....	132
Крутов Д.А., Колобаева А.В., Солоницина Е.А., Ведев С.А. РЕВЕРС ИНЖИНИРИНГ ДЕТАЛЕЙ И ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТИ	138
Кузнецов Д.Д. ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИ ИНТЕГРАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	143
Лезин И.В., Галкин С.П. ОСОБЕННОСТЬ ПРАВКИ СВАРНЫХ ТРУБ ПО ДЛИНЕ И КОНСТРУКЦИИ ТРУБОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ ТЭСА 114-245	147
Ласанкин К.А. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КАРЕТКИ ШПИНДЕЛЯ МУФТОНАВЕРТОЧНОГО СТАНКА.....	150
Погодин Д.С. АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРОКАТНОЙ КЛЕТИ СТАНА-5000.....	155
А.А. Серегина ТЕНДЕНЦИИ МИРОВОГО РЫНКА ПРОДУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	158

СЕКЦИЯ — ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Батурин Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ РАСПЛАВА НА ГРАНИЦЕ «МЕТАЛЛ-ШЛАК» В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ ТОНКОСЛЯБОВОЙ МНРС»	165
А.С. Березин, А.Ю. Сутягин, М.А. Зимин РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВОК ВЕДОМЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ГРУЗОВЫХ И МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВЗОВ И ЭЛЕКТРОВЗОВ.....	170
Диянов С.В., Кочеткова О.И., Разин В.Д. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ МАРКИ СТАЛИ 09ГСФ В УСЛОВИЯХ ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНОГО КОМПЛЕКСА.....	174
Добротин Г.С., Багмет О.А., Баранова О.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ ОБРАЗОВАНИЯ НЕВЫФОРМОВАННЫХ УЧАСТКОВ НА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОБСАДНЫХ ТРУБ ГРУППЫ ПРОЧНОСТИ К55	180

<i>Едемский В.А., Кулыгин С.В.</i> АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ МАРКИ СТ2ПС С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА	184
<i>Зайцев И.А., Пужалов И.В.</i> УДК 669.1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАРОК СТАЛЕЙ НА АО «РУСПОЛИМЕТ»	189
<i>Залетин И.А., Аксенова А.С.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ ОБРАЗЦОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ FDM, ПРИ ИСПЫТАНИИ НА РАСТЯЖЕНИЕ	194
<i>А.И. Касаткин</i> ДЕФЕКТЫ ПОВЕРХНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ КАЧЕСТВОМ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНОГО КОМПЛЕКСА	200
<i>Солоницина Е.А., Колобаева А.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА В ТРУБНЫХ МАРКАХ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ЛПК	204
<i>Кузнецов С.В., Зиновьев А.В.</i> АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИНСКИХ ЛИСТОВ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ НА ТЛС 5000 АО «ВМЗ»	209
<i>Кузякина О.М., Рыбальченко И.В., Кокорева Н.И.</i> ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ И КАЧЕСТВО СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБ, ПОЛУЧЕННЫХ СВАРКОЙ ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ, И ПРИРОДА ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ	215
<i>Лескин А.Н., Лескина К.С., Бычков Е.И.</i> ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ СТАЛИ МАРКИ 08Х13	222
<i>Лескина К.С., Лескин А.Н., Панфилов А.А.</i> ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ 22ГЮ	227
<i>Моров Н.Д.</i> ВОРОНКООБРАЗОВАНИЕ ПРИ КОВШЕВОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ	232
<i>Моров Н.Д.</i> СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ШЛАКА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ	235
<i>А.С. Морщакова, П.В. Наумова, М.А. Товмасын</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИСТОВОГО ПРОКАТА КЛАССА ПРОЧНОСТИ СТАЛИ К60 В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА МКС-5000	239
<i>Мурзин М. А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОЛОСЫ ПЕРЕД ПРОКАТКОЙ В ЛИНИИ СТАНА 2000	242
<i>Наумова П.В., Морщакова А.С., Ионов С.М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТА НА ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ	247
<i>Новикова Е.С. Сафонов В.М.</i> УДК 669.1 ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДАЛЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ МЕТАЛЛА В КОВШАХ РАЗЛИЧНОЙ ВМЕСТИМОСТИ	251
<i>Резников А.С., Козлов А.В.</i> ОСОБЕННОСТИ ВЫПЛАВКИ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ <i>Колобаева А.В., Солоницина Е.А.</i> ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ ПРИ ВЫПЛАВКЕ ТРУБНОЙ МАРКИ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ЛПК	258
<i>Тимонина ЕА.</i> ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ СТАЛЬ 05ХГБ	263

<i>Уткин А.Д., Цветков А.И., Кербенев Д.В., Савонькин М.Б.</i> АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС.....	266
<i>Федин Н.А., Сафонов В.М.</i> ВЛИЯНИЕ ТОРМОЗНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ТЕЧЕНИЕ РАСПЛАВЛЕННОЙ СТАЛИ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ.....	270
<i>Числов Д.А., Фролов В.В.</i> СОЗДАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТРУБОПРОКАТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	275
<i>Кекнин Д. А., Чуднова А. С.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМЫ ТРУБЫ ПОСЛЕ СБОРКИ И СВАРКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПО ГЕОМЕТРИИ	281
<i>Щукина Е.К., Рыбальченко И.В., Кокорева Н.И.</i> ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОДЫ И ПРИЧИН ОБРАЗОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ, ВЫЯВЛЕННЫХ В ЦЕЛЬНОКАТАНЫХ КОЛЕСАХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ В ПОТОКЕ ПРОИЗВОДСТВА ДЖДК	284

Выксунский филиал НИТУ МИСИС ведет активную работу по вовлечению молодежи в научно-исследовательскую деятельность и развитие навыков научных публикаций. В числе различных проектов по популяризации науки особое место занимает научно-практическая конференция «Творчество молодых родному региону».

В 2024 году мероприятие состоялось уже в 11-й раз, и с каждым новым сезоном конференция открывает всё больше возможностей для молодежи. Для участников это возможность представить свои исследования и иные изыскания, обменяться опытом и идеями с другими участниками, а также познакомиться с работами и узнать больше о проектах интересующей их области. В 2024 году участники представили исследовательские проекты в таких направлениях, как технологии материалов, машиностроение, естественнонаучные дисциплины, гуманитарные и социально-экономические дисциплины

Ежегодный рост числа участников конференции сопровождается заметным повышением качества представляемых работ, причем современная тенденция демонстрирует всё более выраженный междисциплинарный характер научных работ. В **XI региональной межвузовской научно-практической конференции «Творчество молодых — родному региону»** приняли участие более 200 студентов и школьников. Участники продемонстрировали успешно реализованные проекты и новые идеи, а победители и призеры конференции получили дополнительные баллы для поступления в учебные заведения России и ВФ НИТУ «МИСИС».

Организационный комитет

Председатель организационного комитета — Д.В. Кудашов — директор Выксунского филиала ФГАОУ ВО НИТУ «МИСИС», кандидат технических наук

Зам. председателя организационного комитета — Н.Ф. Илюшкова — начальник управления образования администрации городского округа города Выкса

М.А. Товмасян — к.т.н., доцент кафедры технологий и оборудования обработки металлов давлением Выксунского филиала ФГАОУ ВО «НИТУ «МИСИС»

Состав организационного комитета:

Т.Ю. Горвая — зам. директора по учебно-методической работе Выксунского филиала ФГАОУ ВО НИТУ «МИСИС»

С.А. Маслова — заместитель директора филиала по молодежной политике Выксунского филиала ФГАОУ ВО «НИТУ «МИСИС»

В.М. Сафонов — доктор технических наук, профессор кафедры электрометаллургии Выксунского филиала ФГАОУ ВО НИТУ «МИСИС»

Т.Н. Уснунц-Кригер — к.т.н., доцент кафедры базовых дисциплин Выксунского филиала ФГАОУ ВО «НИТУ «МИСИС»

Программный комитет

Председатель программного комитета — Д.В. Кудашов — директор Выксунского филиала ФГАОУ ВО НИТУ «МИСИС», кандидат технических наук

Л.И. Эфрон — научный руководитель ИТЦ АО «ВМЗ», д.т.н., заведующий кафедры инновационных металлургических технологий Выксунского филиала ФГАОУ ВО «НИТУ «МИСИС»

П.П. Степанов — директор по развитию технологий и продуктов АО «ОМК», к.т.н.

Н.Ф. Илюшкова — начальник управления образования администрации г.о.г. Выкса

Состав программного комитета:

В.М. Сафонов — д.т.н., профессор кафедры электрометаллургии Выксунского филиала ФГАОУ ВО «ННТУ «МИСИС»

А.Ф. Лещинская — д.э.н., профессор кафедры базовых дисциплин Выксунского филиала ФГАОУ ВО «ННТУ «МИСИС»

Т.Н. Уснунц-Кригер — к.т.н., доцент кафедры базовых дисциплин Выксунского филиала ФГАОУ ВО «ННТУ «МИСИС»

М.А. Товмасын — к.т.н., доцент кафедры технологий и оборудования обработки металлов давлением Выксунского филиала ФГАОУ ВО «ННТУ «МИСИС»

А.П. Вельмузов — к.х.н., старший научный сотрудник в ФГБУН Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН

А.Н. Варнавский А.Н. — к.т.н., доцент департамента компьютерной инженерии Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова НИУ ВШЭ

И.В. Мялкин — к.х.н., доцент кафедры базовых дисциплин Выксунского филиала ФГАОУ ВО «ННТУ «МИСИС»

С.М. Горбатьюк — д.т.н., заведующий кафедрой технологий и оборудования обработки металлов давлением Выксунского филиала ФГАОУ ВО «ННТУ «МИСИС»

А.В. Мунтин — к.т.н., доцент кафедры оборудования и технологий прокатки, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

В.В. Грошев — к.ф.н., доцент кафедры базовых дисциплин Выксунского филиала ФГАОУ ВО «ННТУ «МИСИС»

С.Д. Плехович — к.х.н., доцент кафедры физической химии ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Технический секретарь конференции:

М.А. Товмасын — доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин Выксунского филиала ФГАОУ ВО ННТУ «МИСИС»

ГУМАНИТАРНАЯ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ И/ЛИ БАНКРОТСТВО

Борькина Е.А.

Саровский физико-технический институт, г. Саров

Аннотация. Подходы к терминам «банкротство» и «несостоятельность» различаются с точки зрения науки и законодательства. В статье рассмотрены основные сходства и различия терминов. Также уделено внимание причинам несостоятельности (банкротства).

Ключевые слова: банкротство, несостоятельность, обязательства, хозяйствующий субъект, кредитор, факторы банкротства.

Термин «банкрот» (итал. banco — скамья и rotto — сломанный) дословно означает «сломать скамью», на которой сидел коммерсант, ведущий торговую или финансовую деятельность. Отказ платить по своим долговым обязательствам из-за отсутствия средств приводил к тому, что его скамью ломали. Это обстоятельство служило сигналом прекращения деятельности коммерсанта и предупреждением остальных.

В условиях рыночной экономики банкротство отдельных хозяйствующих субъектов неизбежно. Изучая статистику РФ можно сделать выводы, что в 2022 году впервые было зафиксировано превышение на 14% кол-ва закрывающихся компаний по отношению к открывающимся, хотя и закрывающихся фирм стало меньше по отношению к 2021 году. В 2023 году количество заявлений на банкротство увеличилось, а число банкротов сократилось на 40% [5].

Большинство определений в научной литературе сводятся к тому, что банкротство (несостоятельность) — это неспособность субъекта хозяйствования платить по своим обязательствам и финансировать текущую деятельность. С точки зрения российского законодательства, «несостоятельность (банкротство) — признанная арбитражным судом или наступившая в результате завершения процедуры

внесудебного банкротства гражданина неспособность должника в полном объеме удовлетворить требования кредиторов по денежным обязательствам, о выплате выходных пособий и (или) об оплате труда лиц, работающих или работавших по трудовому договору, и (или) исполнить обязанность по уплате обязательных платежей» [6]. Таким образом, определения в целом являются идентичными и хочется отметить, что термины «банкротство» и «несостоятельность» рассматриваются как синонимы. Но с точки зрения научного подхода эти термины имеют причинно-следственную связь. Несостоятельность — это предпосылка банкротства, которая не обязательно к нему приведёт. А банкротство — это следствие несостоятельности, признанное судом. Таким образом, несостоятельность — это больше экономический термин, а банкротство — юридический. Следовательно, несостоятельность является результатом деятельности юридического или физического лица, а банкротство — это результат судебного процесса.

Можно выделить следующие виды несостоятельности:

1. случайная — не связанная с внутренними действиями собственников/контрагентов, а возникшая вследствие непредвиденных обстоятельств/форс-мажора (внешние факторы);
2. специальная в результате умышленного сокрытия собственного имущества с целью избежание уплаты долгов кредиторам;
3. неосторожная вследствие неэффективной работы, осуществлении рискованных операций (внутренние факторы).

Таким образом, несостоятельность может порождаться причинами двух видов: находящимися внутри предприятия (локальные факторы) и связанными с внешними факторами (глобальные факторы). По статистике из-за внешних факторов банкротятся 1/3 предприятий, а из-за внутренних 2/3. В общем случае снижение погонной энергии сварки может быть обеспечено за счет увеличения коэффициента расплавления электродной проволоки (уменьшение диаметра и/или увеличения вылета электродной проволоки). Альтернативным способом воздействия на тепловые процессы, протекающие при сварке, является не «прямое» снижение погонной энергии сварки, а «косвенное», когда часть тепловой энергии дуги (либо жидкой ванны) расходуется на нагрев и плавление присадочного материала.

Целью данной работы являлась разработка и реализация различных вариантов технологии сварки продольных швов труб, обеспечивающей стабильный процесс сварки и качественное сварное соединение. В рамках работы также было проанализировано влияние способа подачи холодной присадки на форму и геометрические параметры шва, структуру и свойства сварного соединения.

Список литературы

1. Ершова И. В. Банкротство хозяйствующих субъектов. — М.: Проспект, 2021. — 336 с.
2. Институт несостоятельности (банкротства) в правовой системе России и зарубежных стран: теория и практика правоприменения: монография / А.Б. Баранова, А.З. Бобылева, В.А. Вайпан и др.; отв. ред. С.А. Карелина, И.В. Фролов. — М.: Юстицинформ, 2020. — 360 с.
3. Пирогова Е. С. Правовое регулирование несостоятельности (банкротства). Учебник. — М.: Юрайт, 2020. — 282 с.
4. Ряховская А. Н. Банкротство и финансовое оздоровление субъектов экономики. — М.: Юрайт, 2020. — 154 с.
5. Банкротство в России: статистические показатели за 2023 год. Статистический релиз Федресурса [Электронный ресурс]. URL: <https://fedresurs.ru/news/24f5de15-1c42-470f-aa2c-13919c026cse> (дата обращения 15.02.2024)
6. Федеральный закон от 26.10.2002 № 127-ФЗ (ред. от 05.01.2024) «О несостоятельности (банкротстве)» [Электронный ресурс]. // URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39331/ (дата обращения 15.02.2024)

НОВОЕ МЫШЛЕНИЕ М.С. ГОРБАЧЁВА И ЕГО ПОЛИТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Воронин Е.С., Грошев В.В.

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса

Аннотация. Данная статья анализирует концепцию «Нового мышления» Михаила Горбачёва и её политическое значение в контексте перестройки в Советском Союзе. Исследование направлено на выявление сути и особенностей идей Михаила Горбачёва, а также на оценку его влияния на политическую систему СССР и международные отношения. Целью работы является анализ концепции «Нового мышления» как ключевого элемента перестройки и определение её значения для понимания политического наследия Горбачёва. Актуальность исследования обусловлена значимостью «Нового мышления» для понимания динамики политических процессов в Советском Союзе и его последующего развала. Актуальность темы заключается в систематизации и анализе источников, связанных с концепцией Горбачёва, а также в оценке её влияния на современную политическую мысль и практику. В результате работы были выявлены ключевые аспекты «Нового мышления» и его роль в процессе перестройки, а также сделаны выводы о его влиянии на современный мир.

Ключевые слова: Горбачёв, перестройка, реформы, демократизация

«Новое мышление» Михаила Горбачёва представляет собой новый подход к внешней политике и международным отношениям, который активно продвигался им во время его правления в Советском Союзе. Эта концепция отличалась от традиционных доктрин коммунистической эпохи и стремилась к установлению более конструктивных и открытых отношений с другими государствами. Важнейшей характеристикой нового мышления было признание необходимости отказа от идеологической конфронтации и холодной войны. Горбачёв выступал за установление диалога и взаимопонимания между СССР и

западными странами, а также стремился к преодолению идеологических барьеров, которые долгое время делили мир на два лагеря. Главной целью нового мышления было установление мира, стабильности и сотрудничества на международном уровне. В основе этой концепции лежало признание общечеловеческих ценностей, таких как мир, безопасность, справедливость и равенство, которые должны были стать основой для отношений между государствами. Горбачёв придавал большое значение внутренним реформам в Советском Союзе как основе для улучшения международной обстановки. Он считал, что модернизация и демократизация внутри страны позволят создать более стабильное и дружественное международное окружение.

Под руководством Михаила Горбачёва перестройка в СССР начала свой путь, привнося в советскую политическую атмосферу свежие идеи и подходы. Этот период начался в середине 1980-х годов и был направлен на осуществление обширных изменений в экономике, политике и обществе. Главной целью Горбачёва было обновление Советского Союза, чтобы сделать его более динамичным и отзывчивым на вызовы времени. Перестройка была запущена Горбачёвым с апрельского пленума ЦК КПСС в 1985 году. На этом пленуме было заявлено о необходимости изменений в советском обществе, а также о начале нового этапа в истории страны. Горбачёв выдвинул концепцию гласности и перестройки, предлагая открытость и активное вовлечение населения в принятие решений. Главными элементами нового мышления, предложенной Горбачёвым, были гласность (открытость) и перестройка (обновление). Гласность предполагала открытое обсуждение проблем общества и политики, а также более широкое использование свободы слова и прессы. Перестройка, в свою очередь, включала в себя экономические и политические реформы с целью сделать советскую систему более гибкой и эффективной.

Период перестройки под руководством Михаила Горбачёва был связан прежде всего с радикальными изменениями в экономической сфере Советского Союза. Одним из ключевых аспектов было введение элементов рыночной экономики и постепенное прекращение плановой системы. В рамках реформы Горбачёва были приняты законы, направленные на создание условий для развития предпринимательства и конкуренции. Это включало в себя отмену монополии государства

в сфере экономики, ликвидацию централизованного управления и переход к самоуправлению предприятий. Также была осуществлена деколлективизация сельского хозяйства и разрешение частной собственности на землю. Эти изменения были направлены на повышение эффективности экономики и стимулирование инноваций и предпринимательской активности. Однако процесс перехода к рыночным отношениям был далеко не гладким и экономические реформы перестройки, проводимые в Советском Союзе под руководством Михаила Горбачёва, не достигли ожидаемых результатов по ряду причин:

- 1) Отсутствие четкой программы перехода к рыночной экономике;
- 2) Нежелание отказаться от государственного контроля над ценами;
- 3) Соппротивление части номенклатуры и бюрократической элиты;
- 4) Недостаточная поддержка населения и предпринимателей;
- 5) Недостаток опыта в работе с рыночными механизмами среди руководящего состава сыграли роль в этом провале.

Вместе с введением рыночных отношений произошли существенные изменения в сфере государственной собственности и предпринимательства. Была начата масштабная программа приватизации государственных предприятий, целью которой было уменьшение государственного контроля над экономикой и стимулирование частного предпринимательства. Параллельно с приватизацией проводились меры по созданию благоприятной среды для развития малого и среднего бизнеса. Были упрощены процедуры регистрации предприятий, сокращены налоговые и административные барьеры, а также введены меры по поддержке предпринимателей. Реформы способствовали появлению новых игроков на рынке и развитию конкуренции, что в итоге должно было привести к повышению качества товаров и услуг, а также к увеличению производительности труда. Вместо этого хлынул поток товаров из-за границы.

Одним из основных аспектов перестройки была демократизация общества и введение политических изменений. Горбачёв проводил политику гласности, которая предполагала свободное обсуждение политических и социальных вопросов, расширение прав граждан на свободу слова и собраний. Эти меры привели к возникновению новых политических движений и партий, а также активизации обществен-

ных организаций и средств массовой информации. Были проведены первые альтернативные выборы, которые позволили гражданам выражать свою волю и выбирать представителей на различные уровни власти. Однако процесс демократизации не был лёгким, и его сопровождали противоречия и конфликты. Возникли новые социальные группы и интересы, которые всё активнее участвовали в политической жизни страны, что привело к усилению нездоровой политической конкуренции и напряжённости в обществе.

В период перестройки Михаил Горбачёв предпринял ряд амбициозных политических решений, направленных на модернизацию и демократизацию Советского Союза. Некоторые из этих решений оказались спорными и вызвали серьёзную критику. Одним из ключевых просчетов Горбачёва было его убеждение в том, что возможно осуществить реформы в рамках существующего советского политического и экономического строя. Однако реальность оказалась гораздо сложнее, и попытки модернизации столкнулись с сопротивлением со стороны консервативных сил внутри страны. Более того, многие политические решения Горбачёва, такие как политика гласности и расширение демократических свобод, привели к ослаблению центральной власти и дестабилизации общественно-политической ситуации в стране.

Перестройка Горбачёва вызвала разнонаправленные реакции в российском обществе и международных политических кругах. Отдельные группы населения поддерживали его реформы, видя в них надежду на смену устаревших методов управления и переход к более демократичному обществу. Однако другие выражали опасения по поводу потери идеологических принципов и стабильности, которые они ассоциировали с советской властью. Политические партии и движения также разделились по отношению к новой идеологии. Некоторые политики приветствовали изменения и стремились к участию в процессе реформ, в то время как другие выражали сопротивление и призывали к сохранению традиционных ценностей и принципов. Реакция общества и политических сил на новые идеи Горбачёва и его перестройки стала ключевым фактором, определяющим ход событий в Советском Союзе в последующие годы.

Новая идеология Горбачёва была подвергнута острой критике со стороны различных общественных и политических сил страны. Некоторые политические деятели и учёные обвиняли Горбачёва в том, что его реформы были недостаточно решительными, продуманными и эффективными, а новая идеология лишь способствовала дестабилизации ситуации в стране. Критики также указывали на то, что перестройка не смогла решить основные экономические проблемы страны и привести к стабилизации и процветанию. Вместо этого, она лишь усугубила экономический кризис и ускорила развал Советского Союза. Кроме того, некоторые политические силы критиковали Горбачёва за слишком мягкий подход к национальным движениям в республиках СССР, что, по их мнению, привело к разрушению государственной целостности.

Политические просчеты Горбачёва оказали серьезное влияние на последующие события в Советском Союзе и мировой истории в целом. Разрушение СССР и коллапс коммунистической системы восточного блока стали прямым следствием неудачной политики перестройки. Оценка политических просчетов Горбачёва остаётся предметом дискуссии среди историков и политологов. Некоторые западные политологи считают его реформы неизбежным шагом в направлении демократизации и модернизации, в то время как другие утверждают, что его ошибки привели к катастрофическим последствиям для страны и народа. Тем не менее, независимо от оценок и точек зрения, роль Горбачёва в истории XX века остаётся колоссальной. Его политические решения и просчеты оказались решающими для дальнейшего развития России и всего мира.

Идеи и политическое наследие Михаила Горбачёва оставляют много вопросов в современной политической мысли. Его стремление к модернизации и демократизации, а также признание необходимости перемен в системе, вызывают сомнения у многих мировых лидеров и политических деятелей. В то время как Горбачёв стал символом конца коммунизма и развала Советского Союза, его мысли и идеи оставляют смешанные ощущения и вызывают критику тех, кто считает, что его действия привели к краху стабильности и привели, напротив, к нестабильности и конфликтам в сложном современном мире.

Список литературы

1. Перестройка и новое мышление для нашей страны и для всего мира. М.С. Горбачёв. М.: Политиздат, 1987. — 271 с.
2. Путь России от Горбачёва к Путину. Гибель советской системы и новая Россия. Вир Фред, Котц Дэвид М. 2018. — 448 с.
3. Горбачёв. Его жизнь и время. Таубман У.Ч., 2019. — 768 с.
4. В меняющемся мире. Горбачёв М.С., Москва: Издательство АСТ, 2018. — 352 с.
5. Цель и средства. Политика США в отношении России после «холодной войны». Дж. Голдгейр, М. Макфол 2009. — 522 с.
6. Неудавшаяся империя: Советский Союз в холодной войне от Сталина до Горбачёва. В. М. Зубок; [авторизованный пер. с англ. М. Мусиной]. — М.: Российская политическая энциклопедия (РОС-СПЭН); Фонд «Президентский центр Б. Н. Ельцина», 2011. — 671 с.
7. Размышления о прошлом и будущем. Горбачёв М. С., 1998. — 304 с.
8. Перестройка и новое мышление для нашей страны и для всего мира. Горбачёв М. С., 1988. — 272 с.
9. Глупость или измена. Расследование гибели СССР. Островский А. В. М., 2011. — 62 с.
10. Жизнь и реформы. Горбачёв М. С. Кн. 1. 1995. — 293 с.
11. Смерть империи: Взгляд американского посла на распад Советского Союза. Мэтлок Дж. Ф., М.: Рудомино, 2003. — 579 с.
12. Шесть лет с Горбачёвым. Черняев А. С. М.: Прогресс; Культура, 1993. — 528 с.
13. Последний день СССР. Свидетельство очевидца. Грачев А.С., 2022. — 288 с.

ПУТЬ АДМИРАЛА КОЛЧАКА ДО ВЕРХОВНОГО ПРАВИТЕЛЯ РОССИИ

Зайцев Д. А., Грошев В. В.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация: Данная статья рассматривает путь адмирала Александра Колчака к положению Верховного правителя России в период Гражданской войны. Исследование охватывает ключевые моменты в биографии Колчака, его военные и политические достижения, а также факторы, способствовавшие его восхождению к вершинам власти. Авторы анализируют стратегии и тактики, примененные адмиралом в условиях военного конфликта, его взгляды на управление страной и влияние на ход Гражданской войны. Результаты исследования могут пролить свет на сложный период истории России и роль, сыгранную адмиралом Колчаком в этом контексте.

Ключевые слова: Александр Колчак, Верховный правитель, Россия, Гражданская война, биография, военные достижения, политическая карьера, Гражданская война, управление страной, история, Российский флот, Сибирь, контрреволюция.

Адмирал Александр Колчак родился 16 ноября 1874 года во втором городе Санкт-Петербурга. Его родителями были военный инженер Василий Иванович Колчак и Ольга Леонтьевна Колчак, урожденная Шевардина.

Александр Колчак получил первоначальное образование в Гимназии Павла Львовича Шувалова в Санкт-Петербурге, а затем поступил в Морской Кадетский корпус. После окончания корпуса он продолжил свое образование в Морской академии, где своими успехами и знаниями заслужил признание преподавателей и начальства.

До 1900 года, Александр Колчак проявил себя как талантливый и преданный военный моряк, прошел путь от курсанта до младшего

офицера, демонстрируя выдающиеся навыки и способности в сфере морской службы.

Колчак получил предложение из Императорской Санкт-Петербургской академией наук принять участие в Русской полярной экспедиции под руководством барона Э.В. Толля. Поступившее предложение Колчак принял немедленно. Всю зиму и весну он готовился к экспедиции.

Экспедиция Толле, также известная как Северная экспедиция, была организована в 1900 году под руководством российского полярного исследователя Георгия Александровича Толля. Целью экспедиции было изучение арктических районов Сибири и архипелага Новой Земли.

Экспедиция началась на пароходе «Заря» и включала несколько научных задач, таких как изучение географии, геологии, метеорологии, а также арктической фауны и флоры. Колчак, будущий адмирал и архангельский губернатор, принимал участие в экспедиции как морской офицер и наблюдал за состоянием судна.

Однако экспедиция Толля столкнулась с неблагоприятными погодными условиями и трудностями в плавании через льды, что привело к тому, что пароход «Заря» застрял во льдах и был вынужден оставить на стоянке.

Хотя экспедиция Толля признана неудачной из-за потери многих членов команды и не достижения целей, она все равно принесла ценные данные для науки о Северном Ледовитом океане. Впоследствии она стала одним из ключевых событий в истории арктических исследований.

Путешествия и наука могли стать главным поприщем Колчака, но он всегда помнил, что он — военный моряк, офицер.

Адмирал Александр Васильевич Колчак принимал участие в Русско-японской войне 1904-1905 годов в качестве офицера Военно-морского флота Российской империи. Во время войны он командовал различными кораблями и участвовал в нескольких морских сражениях.

Одним из самых известных примеров участия Колчака в Русско-японской войне было его командование торпедным катером «Стрела» в бою на реке Ялу в 1904 году. В этом бою Колчак смог уничтожить

несколько японских кораблей и продемонстрировать свои выдающиеся тактические навыки.

За свои подвиги в Русско-японской войне Александр Колчак был удостоен ряда наград и орденов. Во-первых, он был награждён Георгиевским оружием — золотой саблей с надписью «За храбрость». Он был награжден орденом Святого Георгия 4-й степени, орденом Святого Владимира 4-й степени и орденом Святой Анны 2-й степени. Также он получил нагрудный знак «За боевые заслуги».

Участие в Русско-японской войне и полученные награды сыграли важную роль в карьере и жизни Александра Колчака. Этот опыт помог ему стать одним из выдающихся адмиралов и командиров русского флота в будущем, а также укрепил его позицию как одного из ведущих военачальников своего времени.

Многие предвидели наступление Первой мировой войны. Александр Колчак узнал о неизбежности конфликта с Германией от Николая Эссена, когда находился в Балтийском порту. Под его руководством был разработан и осуществлен план смещения оборонительной линии на запад по побережью Финляндии до Аландских островов для предотвращения прорыва немецких кораблей в Финский залив. Он успешно возглавил поход отряда миноносцев к Данцигской бухте, где были уничтожены несколько вражеских кораблей.

Германское командование Балтийским флотом было вынуждено ограничить выход кораблей в море из-за русских мин. Колчак также встретился с Николаем II в Гельсингфорсе и затем временно командовал минной дивизией, а затем стал командующим морскими силами Рижского залива в декабре 1915 года.

Продвижение в званиях у Колчака стало стремительным: 10 апреля он стал контр-адмиралом, а 28 июня — вице-адмиралом. В июне 1916 года он был назначен командующим Черноморским флотом, став самым молодым из всех командующих флотами.

Черноморский флот, возрожденный в конце 19 века, имел более 40 тысяч человек и более 300 судов, включая линкоры, крейсера, эсминцы и подводные лодки. Его базой был Севастополь, который должен был возглавить Колчак.

Во время февральской революции, он старался сохранить контроль над флотом и организовал парад войск.

Ситуация на Черноморском флоте изменилась после революции. Колчак пытался приспособиться к новым условиям и удерживать контроль над флотом. Колчак даже организовал парад войск в честь февральской революции.

Несмотря на разногласия с сослуживцами, его уважение на флоте оставалось высоким. На собрании была оглашена телеграмма, полученная ночью и подписанная главой правительства Г.Е. Львовым и министром А.Ф. Керенским. В ней были представлены требования Временного правительства, включая подчинение Черноморского флота законной власти и отправку адмирала Колчака и капитана Смирнова в Петроград для личного доклада. Делегатское собрание согласилось подчиниться указанию правительства, но это лишь на время, так как большевизация и распад флота продолжались.

Таким образом, 6 июня 1917 года стал днем, когда Колчак был окончательно отстранен от Российского флота, что было тяжелым испытанием для него. Несмотря на свои старания по возрождению флота, революционные события 1917 года оказались слишком сильными, и усилия адмирала Колчака не принесли результатов.

Шли недели, а боевой офицер, в то время, когда Родина терпела поражения, оставался не у дел. Колчак, боевой адмирал, принял предложение английской военной службы в конце 1917 года. Он отправился на английский фронт в Месопотамии, планируя путешествие через Шанхай — Сингапур — Коломбо — Бомбей. Во время ожидания транспорта, он встречался с русскими дипломатами и земляками, а также устанавливал связи с различными организациями. По прибытии в Сингапур, Колчаку было предложено вернуться в Россию и начать деятельность на Дальнем Востоке. Ему было сказано, что его служба там более предпочтительна для союзников. После короткого пребывания в Сингапуре, он вернулся в Шанхай. После прибытия в Пекин и Харбин, закончился период зарубежных поездок, и Колчак готовился к участию в борьбе с большевистским режимом на российских фронтах. Хотя иностранная служба вызывала у него сомнения, для него это был единственный способ продолжить борьбу с Германией без принятия позорного мира.

Главная цель А.В. Колчака в Харбине заключалась в формировании вооруженных сил на Дальнем Востоке, которые могли бы про-

тивостоять советской большевистской власти. Поездка в Токио была попыткой выяснить отношения с японскими военными верхами. В июле 1918 года Колчак отправился в Токио, где добился встречи с высшими чинами японского генштаба.

После этого Колчак сосредоточился на идее возвращения в Россию для участия в борьбе против большевиков. Он вернулся во Владивосток в сентябре 1918 года, где познакомился с ситуацией на Дальнем Востоке и узнал о Директории — Временном Всероссийском правительстве, созданном в Уфе. Директория, возглавляемая различными политическими деятелями, стала средоточием Белого движения на востоке России.

Значимой встречей для Колчака стала встреча с генерал-майором Р. Гайдой, который только что присоединился к русской службе после командования чехословацкой дивизией. Гайдой был назначен на фронт и возглавил борьбу против большевиков в Сибири. После переезда из Владивостока в Омск, Колчак был назначен исполняющим обязанности военного министра Директории.

А.В. Колчак был в центре внимания сразу после вступления в правительство в Омске. Там начались обсуждения о возможности военной диктатуры и переворота. Вечером 17 ноября состоялись совещания заговорщиков, где офицеры-казаки и лидер кадетов В.Н. Пепеляев играли ключевую роль. В ночь на 18 ноября 1918 года произошел переворот, в результате которого Колчак стал Верховным правителем и главнокомандующим всеми силами белогвардейцев.

Совет министров принял ряд актов, включая учреждение поста Верховного правителя. Колчак объявил о вступлении в «Верхнее командование всеми сухопутными и морскими силами» и освободил с этой должности генерал-лейтенанта В.Г. Болдырева. Решения были оперативно доведены до населения и армии.

Колчак принял присягу как Верховный правитель, но столкнулся с протестами и критикой за жесткие меры, включая расстрелы и преследования. В начале 1919 года он учредил Совет Верховного правителя и продолжал бороться с большевиками.

Колчак также заботился о межнациональных отношениях, стремясь сохранить единство России. Он проявлял консерватизм в этой области, что затрудняло объединение антибольшевистских сил. На-

пример, он не признавал полную независимость Финляндии, хотя признавал ее внутреннюю автономию. В то же время, руководители Финляндии, в том числе генерал Маннергейм, обещали поддержку в борьбе против большевиков. Колчак признал лишь независимость Польши, несмотря на сложившуюся ситуацию.

Из США, Великобритании, Франции и Японии была отправлена помощь Колчаку в виде оружия, боеприпасов, обмундирования и другого военного имущества. Это включало 600 тыс. винтовок, сотни орудий, тысячи пулеметов, 200 тыс. комплектов обмундирования от Британии, а также самолеты, автомобили и другое военное имущество от Франции. В результате, численность колчаковских войск к весне 1919 года достигла 400 тыс. человек.

Начало выступления войск Колчака состоялось 4-6 марта 1919 года. Белогвардейцы захватили несколько городов и нацелились на важные центры, чтобы объединиться с другими войсками и атаковать Москву. Несмотря на попытки удержать власть на востоке, Колчак был арестован и последние дни перед казнью провел в тюрьме. Он был расстрелян 7 февраля 1920 года, когда уже выглядел старым и седым. Перед смертью он попросил передать благословение жене и сыну.

Список литературы

1. <https://biography.wikireading.ru/255344>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%87%D0%B0%D0%BA_%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80_%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87

ИСТОРИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Крутов Д.А., Каляшина А.А.

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выхса

Аннотация. В статье автор рассматривает историю аддитивных технологий от зарождения идеи, то становления отдельной отраслью в науке.

Автор акцентирует внимание как за короткий промежуток времени это направление науки доказало свою эффективность и рентабельность, а также выделяет имена основных людей, которые стали основоположниками технологии, и тех, кто внёс большой вклад в её развитие.

Автором делается вывод о том, что аддитивные технологии за очень короткий промежуток времени, по сравнению с другими направлениями науки, развилось до отдельного направления науки, и в реалиях быстро развивающегося мира является очень перспективным направлением.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D печать, пластик, история развития, полимеризация, экструзия, полимер.

Основной технологией для получения деталей с древности было литье и штамповка, но ими можно получить лишь детали простых форм. Чтобы создать детали сложной формы нужно было использовать такие операции как резка, токарная обработка фрезеровка, сверление, а также шлифование. Сейчас эти способы носят название традиционные, также известные как субтрактивные («вычитающие»). Термин «субтрактивные технологии» стали использовать пару лет назад, для того чтобы не путать их с «аддитивными технологиями» («добавляющие»), которые начали быстро популяризоваться.

Вся суть аддитивных технологий состоит в создании изделия путем фиксирования большого количества слоев расплавляемого материала и их соединения с последующими, их можно склеивать, спекать,

полимеризовать — способ зависит от используемой технологии. В результате получается продукция с высокой точность деталей и меньшим весом. Но есть и минусы данных способов: трудно сделать и подготовить материал, создать сложную модель в 3-х мерной проекции, большие траты на оборудование и трудность масштабирования часто вызывают экономическую нерентабельность аддитивных технологий.

В 1945 году американский писатель Мюррей Лейнстер издал книгу *Things Pass By*, в котором подробно рассказал принцип работы современного 3D-принтер. Согласно рассказу это прибор, который с помощью роботизированной руки по чертежу или рисунку может сделать модель или деталь из жидкого пластика.

В 1971-м Йоханнес Готтвальд (*Johannes F. Gottwald*) патентует «прибор — самописец жидким металлом». Не так давно, перед этими событиями изобрели струйную печать, и Готтвальд просто усовершенствовал ее. Но, срок патента истек до того, как изобретение стало реальным.

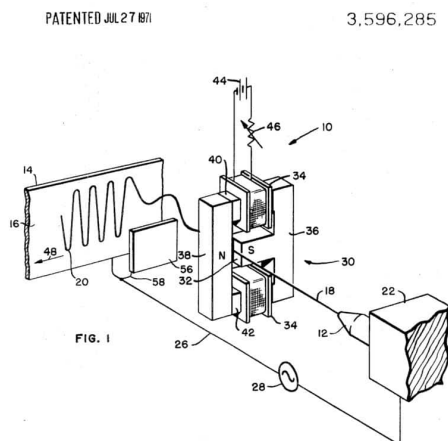


Рисунок 1. Прибор — самописец жидким металлом Йоханнеса Готтвальда

В 1980-х японец Хидео Кодама (*Hideo Kodama*) подал заявку на патент на «устройство для быстрого прототипирования» с помощью лазера. Но заявку отклонили, и он отказался от идеи.

В 1984 году Чарльз Халл, подал заявку на патент на систему для стереолитографии. Чарльз предлагал делать детали и изделия, освещая ультрафиолетом фоточувствительный полимер. Самым первым изделием, напечатанным до подачи заявления на патент, была чашечка для промывания глаз, способная уместиться в ладони человека. Процесс создания длился около 45 минут.

Через 2 года пришло подтверждение патента. Чарльз создал компанию *3D Systems* и к 1988 году создал и собрал первый коммерческий 3D-принтер который назвал *SLA-1*. Очень скоро запатентовали новые способы 3D-печати, такие как *SLS*, а также *FDM*.

Способ стереолитографии (*SLA*), описанный Чарльзом Халлом. Платформа имеющая сетчатую структуру, на которой будет создаваться деталь, медленно и планомерно погружается в емкость, которая содержит жидкий фоточувствительный полимер. Периодически платформа погружается в фотополимер на доли миллиметра, а установленный лазер создает из полимера новые слои, которые сразу застывают. За место лазера можно использовать проектор или экран, провоцирующий застывание целого слоя, этот метод носит название масочный.

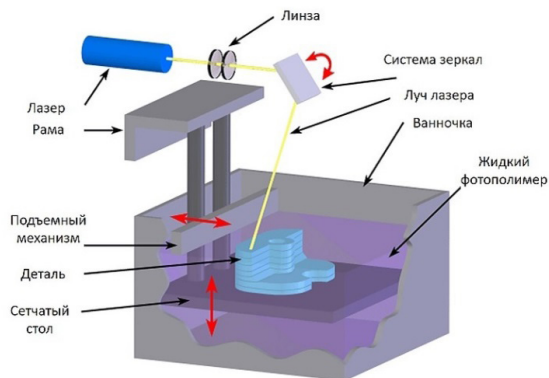


Рисунок 2. Лазерный стереолитографический принтер (*SLA*)

Следующим появился способ селективного лазерного спекания (*SLS*): его можно спутать с предыдущим по схеме, но здесь за место жидкости (полимера) используется порошкообразный материал — порошки пластика, металла, и других. Материал не затвердевает, а его частички спекаются лазером.

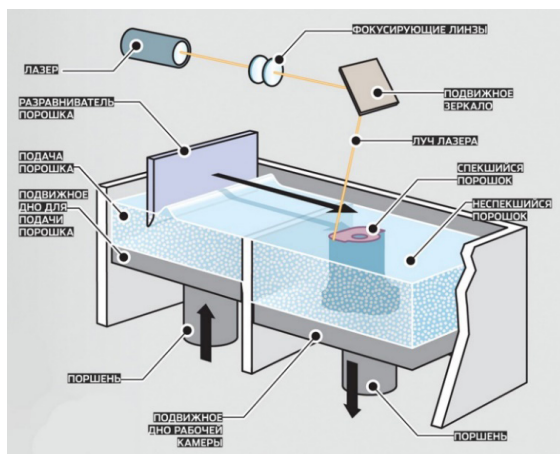


Рисунок 3. Принтер селективного лазерного спекания (SLS)

Дальше появился метод послойного наложения (FDM), который очень сильно напоминает обычную печать. Катущка с нитью из пластика, который может содержать металлические и другие добавки, загружается в принтер. Когда сопло нагревается до нужной для плавки температуры, нить двигается в экструдер и в сопло, где та плавится. Экструдер закреплен в системе, которая может перемещать его в 3-х направлениях. Расплавленный материал выходит в виде нити и направляется в определенных местах. Когда слой полностью закончен, экструдер либо стол перемещается, и новый слой расплавленного материала накладывается на уже застывший.

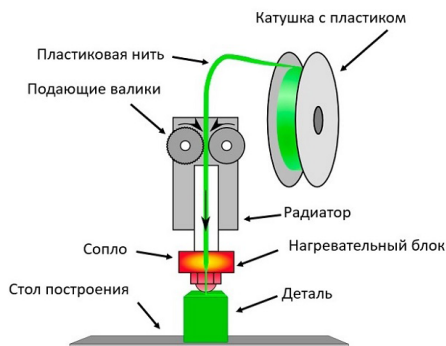


Рисунок 4. Схема принтера послойного наложения (FDM)

Список литературы

1. URL:<https://naked-science.ru/article/hi-tech/printed-future>
2. URL:<https://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/25.pdf>
3. URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8
4. Аддитивные технологии и изделия из металла Довбыш В. М., Забеднов П. В., Зленко М. А. 3. 3-D Printing Manufacturing Process is Here; Independent global forum for the Unmanned Aircraft Systems community, UAS Vision — URL: <http://www.uasvision.com>
5. Tanaka T., Hasu S., Nakagawa K., Ishihara K., Schin-gu P. Mechanical Alloying of Fe-C and Fe-C-Si System // Materials Science Forum Kyoto, Japan // Trans. Tech. Publications c/o Ashate Publishing Co. — 1992.

ПРАВА И ОБЯЗАННОСТИ ПОРУЧИТЕЛЯ ПО КРЕДИТНОМУ ДОГОВОРУ

Кузенкова Н. Д.

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки*

Аннотация. Одним из способов, позволяющих обеспечить исполнение любого обязательства, выступает поручительство, в силу которого обязанность исполнить требования кредитора в случае их неисполнения или же ненадлежащего исполнения переходит на третье лицо — поручителя. Данный субъект имеет определенные права и обязанности, которые не только гарантируют исполнение обязательства перед кредитором, но и защитят поручителя от неблагоприятных последствий. В настоящей статье рассмотрены права и обязанности поручителя, возникающие в силу обеспечения исполнения обязательства по кредитному договору.

Ключевые слова: договор, обеспечение исполнения обязательств, поручительство, поручитель.

Основной целью использования банками различных способов обеспечения исполнения обязательств по кредитному договору является минимизация возможных потерь банка в случае невыполнения заемщиком своих обязательств по договору. К числу наиболее востребованных способов относится поручительство [1].

Поручительство возникает посредством заключения соответствующего договора. Согласно п. 1 ст. 341 Гражданского кодекса Республики Беларусь от 07 декабря 1998 г. № 218-З (далее — ГК Республики Беларусь) по договору поручительства поручитель обязывается перед кредитором другого лица отвечать за исполнение последним его обязательства полностью или в части. Данный способ в силу своих характерных черт относится к числу гарантирующих и направлен, прежде всего, на защиту интересов кредитора при нарушении обязательства должником путем возможности удовлетворения требований по основному обязательству за счет третьей стороны — поручителя. В данном случае поручитель выступает не в роли должника, а в качестве условно обязанной стороны, в то время как кредитор — условно управомоченной, что объясняет следующее высказывание: обязанность поручителя заключается не в исполнении обязательства, а в возможности удовлетворения требований кредитора.

Поручитель как один из субъектов гражданских правоотношений, возникающих в связи с заключением договора поручительства, обладает определенным кругом прав и обязанностей.

Его обязанности условно можно разделить на две группы: основные и дополнительные. Если основные обязанности являются универсальными и присущи поручителю вне зависимости от характера обеспечиваемого поручительством обязательства и индивидуальных условий кредитора, то дополнительные как раз таки и закрепляют некоторые новые требования кредитора, стремящегося обезопасить себя в наибольшей степени. Так, к группе основных относятся следующие обязанности:

— нести ответственность перед банком-кредитором за исполнением должником обязательства;

— возмещать в случае необходимости судебных издержек по взысканию долга, а также иных убытков, понесенных банком в связи с неисполнением (ненадлежащим исполнением) требований кредитора [2].

Данные обязанности получили свое отражение в ст. 343 ГК Республики Беларусь, которая говорит об ответственности поручителя. При исполнении или ненадлежащем исполнении должником обеспеченного поручительством обязательства поручитель и должник отвечают перед кредитором солидарно, если законодательством или договором поручительства не предусмотрена субсидиарная ответственность поручителя. Норма данной статьи позволяет говорить о возможности предъявления требований об исполнении обязательства как к должнику, так и к поручителю в равной степени, однако она может быть реализована исключительно в случае неисполнения или ненадлежащего исполнения должником обязательства по основному договору. Если требования об исполнении обязательства не будут удовлетворены в добровольном порядке, то кредитор может обратиться в суд, что приведет к принудительному удовлетворению его требований. Принудительный порядок исполнения обязательства реализуется путем обращения взыскания на заработную плату или же на принадлежащее имущество за исключением имущества, взыскание на которое не может быть обращено.

Важно отметить, что платежеспособность, имущественное, семейное положение, добросовестность поручителя или недобросовестность должника, иные обстоятельства (кроме предусмотренных законодательством) не являются основанием для освобождения поручителя от ответственности или уменьшения ее объема [3].

Дополнительные обязанности поручителя не предусматриваются законодательством и возникают из-за некоторых индивидуальных соображений кредитора, которые могут быть добавлены в договор по соглашению сторон. Такие требования в большей степени гарантируют надлежащее исполнение обязательства и рассматривают пути достижения поставленной цели при различных обстоятельствах, которые могут возникнуть в период действия основного договора и создать угрозу удовлетворения требований кредитора. К данной группе обязанностей могут быть отнесены следующие:

— исполнить обязательство кредитополучателя в установленный договором поручительства срок [2]. Договор поручительства, как и договор по основному обязательству имеет срок действия. Но это не значит, что данные временные рамки совпадают. Если договор поручительства будет заключен на срок меньше, чем предполагается для исполнения обязательства по основному договору, то наличие меры, обеспечивающей исполнение обязательства, не будет иметь значения в связи с неспособностью достижения определенного результата. Так как способы обеспечения исполнения обязательств носят акцессорный (дополнительный) характер, то прекращение срока действия такого договора не повлечет прекращения основного обязательства. В связи с данными факторами банк может посчитать разумным введение обязанности, указанной выше;

— уведомить банк об изменении своих личных данных (об изменении данных документа, удостоверяющего личность, места жительства, работы, телефона и иных сведений, которые могут повлиять на исполнение обязательств поручителя) и уплатить штраф за неуведомление [2]. Данное требование прописывается во многих кредитных договорах, что связано с желанием предотвращения трудностей по внесению платежей, которые могут быть связаны, в том числе и с временной невозможностью удовлетворения требований кредитора из-за увольнения с работы, арестом поручителя и т.д.;

— добровольно исполнить обязательство кредитополучателя по кредитному договору в случае его смерти [2]. Договор поручительства не прекращает своего действия из-за смерти должника, так как данное основание не прописано в ст. 347 ГК Республики Беларусь. Поручитель в любом случае должен будет исполнить обеспечиваемое им обязательство в добровольном или принудительном порядке за исключением ситуации, при которой происходит переход прав и обязанностей на наследников такого лица из-за принятия наследства. Некоторые авторы предполагают, что данная обязанность связана не с исполнением обязательства, а с продолжением поручительства в случае перехода долга к наследникам. Однако обозначенная выше формулировка не является правильной и невозможна в реализации в связи с тем, что она не означает дачи согласия поручителя нести бремя ответственности за нового должника;

— солидарно отвечать перед банком за неисполнение наследниками кредитополучателя его обязательств по кредитному договору в случае его смерти. По вопросу ответственности поручителя за наследников должника (кредитополучателя) в случае его смерти судом высказана следующая позиция. Объем ответственности поручителя перед кредиторами не может превышать объема ответственности самого должника. В связи с указанным поручитель отвечает перед кредитором (банком) за наследников должника (кредитополучателя) только при условии принятия ими наследства и только в пределах стоимости принятого ими наследства (ч. 11 и 13 постановления президиума Минского городского суда от 21.03.2012) [2].

Помимо обязанностей у поручителя есть еще и определенный круг прав, которые нашли свое отражение в ст. 344-346 ГК Республики Беларусь. Данные права возникают в разные моменты в зависимости от стадии исполнения основного обязательства, а именно факта его исполнения или же неисполнения. До тех пор, пока обязательство не исполнено поручитель имеет право выдвигать против требований кредитора возражения, которые мог бы предъявить должник, если иное не вытекает из договора поручительства.

Если же обязательство исполнено поручителем, то он имеет право на перемену лиц в обязательстве, в результате которой поручитель станет новым кредитором для должника. В связи с этим первый сможет требовать от кредитополучателя уплаты средств, затраченных как на исполнение обязательства, так и на возмещение убытков, понесенных из-за несвоевременного исполнения требований кредитора. Помимо этого, поручитель имеет право на получение от банка документов, удостоверяющих требования к должнику, и получение прав, обеспечивающих эти требования.

Если требования банка были удовлетворены путем погашения долга самим должником, то последний должен немедленно известить об этом поручителя. В противном случае поручитель, также исполнивший обязательство, вправе взыскать с кредитора неосновательно полученное либо предъявить регрессное требование к должнику.

Таким образом, поручитель в силу договора поручительства обладает определенным набором прав и обязанностей, которые могут быть определены не только законодателем, но и по соглашению сто-

рон. Права и обязанности защищают интересы всех лиц в обязательстве, определяют специфику договора поручительства и предусматривают пути решения проблем, которые могут возникнуть в ходе удовлетворения требований кредитора.

Список литературы

1. Бондаренко, Н. Проблемы защиты прав добросовестного поручителя в отношениях банковского кредитования (на материалах Республики Беларусь) / Н. Бондаренко // Новая правовая мысль. — 2013. — № 1. — С. 36–40;

2. Каковы права и обязанности поручителя по кредитному договору [Электронный ресурс] // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.

3. Шамкин, О. Что нужно знать поручителю [Электронный ресурс] / О. Шамкин // АПС «Бизнес-Инфо» / ООО «Профессиональные правовые системы» — Минск, 2024.

ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОДАЖ

Полякова М.М., Терехина А.С.

*Саровский физико-технический институт —
филиал НИЯУ МИФИ*

Аннотация. Данная работа посвящена изучению Интернет-маркетинга, а именно его влияния на продажи. Компании все больше используют новые технологии в управленческой деятельности. К таким технологиям относится и сеть Интернет, которая развивается, и количество пользователей данной сети увеличивается с каждым годом. Интернет стал частью жизни общества в целом, а потому в умелых руках превращается в эффективный инструмент маркетинговой деятельности. Им необходимо управлять, и при помощи него расширять границы

деятельности предприятия. Кроме того, учитывая факт глобального использования Интернета в современном мире и бизнесе, вопрос использования Интернет-маркетинга является уже не просто фактором конкурентного преимущества, но и выживаемости предприятия в целом.

Ключевые слова: Интернет, Интернет-маркетинг, веб-аналитика, SEO, SMM, контекстная реклама, баннерная реклама, таргетированная реклама, e-mail-маркетинг.

Интернет-маркетинг (цифровой маркетинг) — это мощный инструмент для привлечения клиентов и повышения эффективности продаж. В современном мире он предоставляет совершенно новые возможности для ведения бизнеса и становится важным элементом для продвижения продуктов многих компаний благодаря широкому доступу у людей к сети Интернет и активному использованию различных социальных сетей. Появление Интернет-маркетинга предоставило уникальную возможность прямого взаимодействия с клиентом, независимо от его географического положения, через такие инструменты, как SMM (Social Media Marketing), SEO (Search Engine Optimization; поисковое продвижение), контекстная реклама, таргетированная реклама, e-mail-маркетинг и т.д. [1].

Во многом влияние цифрового маркетинга имеет положительные стороны как для компаний, так и для клиентов. Во-первых, благодаря использованию аналитических инструментов и созданию подробного профиля потребителя маркетологи могут намного эффективнее настраивать рекламу, что позволит фирме предлагать товары и услуги, соответствующие интересам и желаниям целевой аудитории. Помимо этого, сокращаются затраты на рекламу и увеличивается конверсия (число переходов в продажу). Во-вторых, при помощи социальных сетей и электронной почты компании могут напрямую общаться с потребителями, в случае необходимости решая их проблемы и отвечая на интересующие вопросы, а также рекомендуя новые товары или услуги. Подобные действия со стороны организации повышают лояльность клиентов и способствуют повторным продажам. В-третьих, такой метод рекламы является более экономичным по сравнению с традиционными за счёт нацеливания на конкретную аудиторию. Так, аналитические системы и специальные инструменты Интернет-маркетинга

позволяют отслеживать каждый шаг клиента, начиная с поискового запроса до сайта, который он посетил, и приобретенных продуктов. Это способствует проведению более точных маркетинговых исследований, которые впоследствии приведут к повышению эффективности продаж. Например, компания «Аэрос» стала лидером по объемам продаж продукции «Тион» среди всех российских дилеров при помощи разработки нового сайта, а также вывода 75% поисковых фраз в ТОП-3 Google и 49% поисковых фраз в ТОП-3 Яндекс [2].



Рисунок 1. Рост органического поискового трафика в течение 4-х лет, в 54,5 раз

А организация «Текстиль Сити» при помощи SEO обеспечили рост заказов в 4,7 раз и посетителей в 3,4 раза [3].

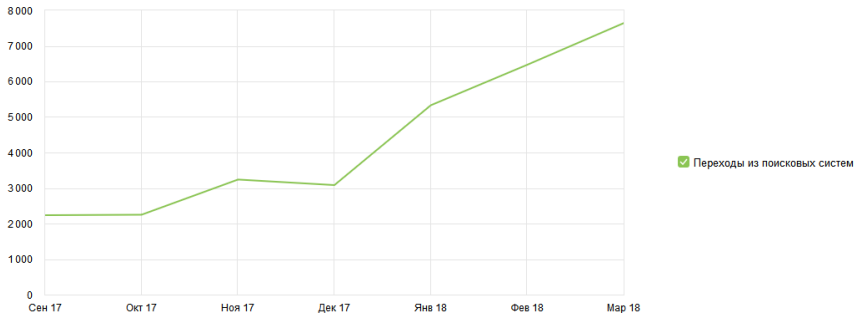


Рисунок 2. Увеличение поискового трафика в 3,4 раза за 6 месяцев

Подводя итог, хочется ещё раз отметить, что Интернет-маркетинг является неотъемлемой частью современного бизнеса и значительно повышает эффективность продаж компании, привлекая потенциального клиента и удерживая его в качестве потребителя, тем самым открывая широкие возможности для развития и успеха компании.

Список литературы

1. Лучшие инструменты интернет-маркетинга [Электронный ресурс]. — Адрес доступа: <https://hsbi.hse.ru/articles/luchshie-instrumenty-internet-marketinga/>
2. Кейс «Аэрос»: как увеличить органический трафик в 54,5 раз и стать дилером №1 в России [Электронный ресурс]. — Адрес доступа: <https://business-online.su/cases/aeros/>
3. Кейс «Текстиль Сити»: Как с помощью SEO обеспечить рост заказов в 4,7 раз и посетителей в 3,4 раза [Электронный ресурс]. — Адрес доступа: <https://business-online.su/cases/textile/>

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА

***Рыбинец А.Г., ктн, доцент кафедры Мировой экономики
Дипломатическая академия МИД РФ***

Аннотация. Статья об эффективном использовании бизнес-инструментов компаниями Нижегородской области, включая ИТЕСО, Максавит и Группу ГАЗ. Предприятия смогли достичь успеха благодаря выбору эффективных технологий, обучению сотрудников, установлению четких целей, регулярному анализу производительности и постоянному обновлению. Примеры бизнес-инструментов включают в себя систему ГИС от CDC в ИТЕСО, сотрудничество с PharmaSpace и B2B-Center в Максавит, а также проект по цифровому управлению в Группе ГАЗ. Опыт их успешного применения показыва-

ет необходимость такого подхода для будущего развития и процветания компаний.

Ключевые слова: эффективное использование бизнес-инструментов, технологии для оптимизации процессов, цифровая трансформация.

Эффективное использование бизнес-инструментов включает в себя выбор правильных технологий, соответствующих потребностям компании, обучение сотрудников эффективному их использованию, постановку четких целей их использования, регулярный анализ производительности, чтобы убедиться, что они соответствуют бизнес-целям, а также постоянное обновление новых достижений для постоянной оптимизации операции и производительности.

По данным сервиса hh.ru (HeadHunter) 40 компаний Нижегородской области стали лучшими работодателями в РФ за 2023 год. Среди крупнейших компаний в финалистах оказались крупный оператор логистики ИТЕСО, крупная федеральная аптечная сеть Максавит, автомобилестроительный холдинг Группа ГАЗ. Каждая из компаний предоставляет тысячи рабочих мест по всей России.

Одной из причин успешного развития компаний можно назвать эффективное использование бизнес-инструментов, с помощью которых предприятия оптимизируют свои процессы.

Компания ИТЕСО была основана в 2004 году по оказанию услуг в сфере транспортной логистики российским и зарубежным клиентам, она очень быстро расширила масштабы своей деятельности, благодаря подписанным контрактам с заводами «КАМАЗ» и «Даймлер Камаз Рус», выйдя на высокий уровень в масштабах отрасли и региона. В ее состав входят офисы, автотранспортные подразделения и сервисные центры. Автопарк ИТЕСО состоит из транспортных средств различных производителей, в том числе иностранных, и составляет более 10000 машин, находящихся в постоянном управлении.

Министерством транспорта РФ в 2020 году компания ИТЕСО была внесена в перечень системообразующих предприятий транспортного комплекса России, тем самым, подтвердив свой вклад в экономику страны.

С целью повышения уровня управляемости и расширения объема деятельности, компания внедрила систему Оптимум ГИС (географическая информационная система) от группы компаний CDC [6] (лидера рынка мобильных решений для различных отраслей экономики и бизнеса). Эта система позволяет оптимизировать логистику доставок и способствует усилению контроля грузоперевозок, в том числе, за расходом топлива, планированием маршрутов, деятельностью бригад, агентов и т. п., в ее основе — технологии спутникового слежения по данным GPS/ГЛОНАСС.

Компания ИТЕСО реализует программу увеличения количества газомоторной техники в автопарке, заботясь о защите окружающей среды: почти 50% автопарка — на газомоторном топливе.

На 2023 год чистые активы компании, отражающие ее финансовое здоровье, составили 9155761 млн. руб., по сравнению с 2020 годом — 703376 млн. руб. и 2021 годом — 1247808 млн. руб. — они существенно увеличились. Выручка в 2023 году составила 43722 млн. руб., в 2020 году она составляла всего 19693992 млн. руб. и в 2021 году — 25558272 млн. руб. [3]

Компания «Максавит» начала свою деятельность с 2010 года и добилась существенных успехов, охватив, к данному моменту времени, более 100 городов России. Еще на конференции 2020 года «Цифровая индустрия промышленной России» (ЦИПР) руководители компании подписали соглашение о стратегическом партнерстве в части реализации совместных проектов в области ИТ-решений и интеграции [5] (ЦИПР в течение последних лет является ключевой площадкой для обсуждения цифровой трансформации общества и ключевых отраслей экономики).

Можно отметить, что компании «Максавит» использует различные передовые бизнес-инструменты.

В 2021 году компания начала сотрудничество с маркетплейсом PharmaSpace (торговая площадка прямых контактов и контрактов фармпроизводителей и аптечных сетей) [2]. С помощью PharmaSpace предполагается формирование доступных цен на лекарственные препараты населению, а также снижение рисков, связанных с наличием лекарств в аптеках.

Уже с 2023 года федеральная аптечная сеть «Максавит» начала сотрудничество с B2B-Center (ведущей электронной торговой площадкой в России business-to-business), что расширило ее возможности: площадка позволяет сократить затраты на нетоварные закупки с помощью тендеров, систематизировать и стандартизировать процессы внутри организации. Целью этого сотрудничества также является оптимальный выбор поставщиков и минимизация коррупционных рисков.

Чистые активы компании «Максавит» в годы пандемии составляли 172459 млн. руб. в 2020 году и 172293 млн. руб. в 2021 году, а уже к 2023 году достигли 382 171 млн. руб., что говорит об увеличении более, чем в 2 раза. Выручка за 2023 год составила 1637 млн. руб., для сравнения с 2020 — это 1586 млн. руб. в 2021 году — 1692 млн. руб. [4]

Группа ГАЗ, созданная в 2005 году в результате реструктуризации производственных активов ОАО «Руспромавто», является крупнейшим производителем транспорта в России и лидером в области модернизации автомобилестроения. Компания, объединившая 13 производственных предприятий, сбытовые и сервисные организации, стала крупнейшим работодателем, и, несмотря на множественные вызовы, справляется с кризисными периодами, продолжая свое развитие. В годы пандемии Группа ГАЗ смогла расставить акценты и приоритетом сделала социальную защищенность сотрудников, успешно провела антикризисное управление, основанное на поиске источников выхода из кризиса, в первую очередь, внутри самой организации.

В Группе ГАЗ с 2022 года был внедрен проект по развитию он-лайн-площадок «Группы ГАЗ» и в основном коснулся коммерческого сайта автопроизводителя. Цель руководства холдинга — увеличение продаж он-лайн, с использованием D2C-модели (модель продаж напрямую потребителю).

На предприятиях Группы ГАЗ внедрение российских цифровых решений стало необходимостью, в первую очередь, с целью повышения качества производимой продукции. Новый проект по созданию комплексной системы управления жизненным циклом продукта и технологическими процессами должен повысить эффективность процессов за счет внедрения цифрового контроля производства. Этот проект реализуется при поддержке Российского фонда развития ин-

формационных технологий (РФРИТ), а предусмотренный объем инвестиций составляет 513 млн. руб., из которых 379,7 млн. руб. — грант РФРИТ [1].

«Новое промышленное программное обеспечение» — проект утвержден Правительственной комиссией по цифровому развитию до 2030 года [7], на реализацию которого запланировано потратить 217 млрд. руб. Проект имеет три направления: «Системы автоматизированного проектирования и управления жизненным циклом изделий среднего и тяжелого класса на базе интегрированной инженерной платформы», «Платформа управления технологическими и производственными процессами предприятия на базе технологии интернета вещей», «Платформа для управления ресурсами предприятия».

Несколько бизнес-инструментов, которые помогли компаниям ИТЕСО, Максавит и Группа ГАЗ успешно развиваться:

1. Система Оптимум ГИС: географическая информационная система от группы компаний CDC, позволяющая оптимизировать логистику доставок, усиливать контроль грузоперевозок и управлять различными процессами с помощью технологий спутникового слежения по данным GPS/ГЛОНАСС.

2. Сотрудничество с маркетинговым PharmaSpace: предоставляет доступ к торговой площадке для прямых контактов и контрактов фармпроизводителей и аптечных сетей, способствуя формированию доступных цен на лекарственные препараты и снижая риски, связанные с их наличием в аптеках.

3. Сотрудничество с B2B-Center: электронная торговая площадка, которая помогает оптимизировать процессы закупок, снижать затраты на нетоварные закупки с помощью тендеров, систематизировать и стандартизировать процессы внутри организации, а также выбирать поставщиков.

4. D2C-модель продаж: модель продаж напрямую потребителю, которая позволяет увеличить продажи онлайн, что было внедрено в Группе ГАЗ с целью развития онлайн-площадок и повышения качества производимой продукции.

5. Система управления жизненным циклом продукта и технологическими процессами: проект, поддерживаемый Российским фондом развития информационных технологий (РФРИТ), с целью повыше-

ния эффективности процессов за счет внедрения цифрового контроля производства в Группе ГАЗ.

6. Проект «Новое индустриальное программное обеспечение»: утвержден Правительственной комиссией по цифровому развитию до 2030 года, направлен на создание систем автоматизированного проектирования и управления жизненным циклом изделий среднего и тяжелого класса на базе интегрированной инженерной платформы, платформы управления технологическими и производственными процессами предприятия на базе технологии интернета вещей и платформы для управления ресурсами предприятия в Группе ГАЗ.

Эти бизнес-инструменты помогли компаниям улучшить свои процессы, увеличить эффективность и достичь успехов в своей деятельности.

Список литературы

1. «ГАЗ» оцифровывает производство при поддержке РФРИТ [URL]: https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:%22ГАЗ%22_оцифровывает_производство_при_поддержке_РФРИТ?ysclid=luii0xprvx207963025

2. «Максавит» стандартизировала процесс тендерных закупок с помощью решений B2B-Center — Cnews [URL]: https://www.cnews.ru/news/line/2023-10-26_maksavit_standartizirovala

3. Бухгалтерская отчетность и фин. анализ ИТЕКО РОССИЯ за 2011-2023 гг. (ИНН 5250056647) [URL]: https://www.audit-it.ru/buh_otchet/5250056647_ooo-iteko-rossiya?ysclid=luh1o60e6s509259592

4. Бухгалтерская отчетность и фин. анализ МАКСАВИТ НН за 2011-2023 гг. (ИНН 5257110237) [URL]: https://www.audit-it.ru/buh_otchet/5257110237_ooo-maksavit-nn?ysclid=luihvlayjy112782384

5. В Нижнем Новгороде прошла конференция ЦИПР-2020 [URL]: <https://rostec.ru/news/v-nizhnem-novgorode-proshla-konferentsiya-tsipr-2020/?ysclid=luihkvy6b7919948954>

6. ОПТИМУМ ГИС в компании «ИТЕКО» [URL]: <https://www.cdc.ru/press-center/news-and-articles/optimum-gis-v-kompanii-iteko/?ysclid=luihou4678369187012>

7. Российский рынок прощается с зарубежным ПО и открывает возможности отечественным разработчикам — ЦИПР [URL]: <https://cipr.ru/izdanie-2023/rossijskij-gynok-proshhaetsya-s-zarubezhnym-po-i-otkryvaet-vozmozhnosti-otechestvennym-razrabotchikam/?ysclid=luiiu6qsvx480752613>

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И КОРРЕКТИРОВКА АНТИКРИЗИСНОЙ СТРАТЕГИИ «ГРУППЫ ГАЗ»

*Рыбинец А.Г., ктн, доцент кафедры Мировой экономики
Дипломатическая академия МИД РФ*

Аннотация. В статье рассматривается антикризисная стратегия «Группы ГАЗ», способствовавшая преодолению трудностей и достижению положительных результатов. Предлагается использовать опыт применения стратегии с учетом современных условий, включая экологическую устойчивость, цифровую трансформацию, гибкость и мобильность, освоение международных рынков, инновации и исследования. Обозначены направления совершенствования, которые могут быть включены в будущие стратегии компаний в условиях кризиса.

Ключевые слова: антикризисная стратегия, группа ГАЗ, развитие рынков.

Эффективная антикризисная стратегия предполагает многосторонний подход: быстрое выявление и признание кризиса, прозрачное общение с заинтересованными сторонами, реализация мер по смягчению последствий для ограничения ущерба и использование ситуации для повышения устойчивости и адаптивности организации к будущему. Создание системы приоритетов важнейших операций и обеспечение финансовой стабильности имеют первостепенное значение, а также привлечение экспертов для поиска целевых решений. Извлечение уроков из кризиса для предотвращения повторений в будущем является важным компонентом этапа восстановления деятельности организации.

Оценивая результаты антикризисной стратегии холдинга «Группы ГАЗ», проведенной с февраля 2009 года по февраль 2010 года можно сделать следующие выводы: внедрена система управления качеством ISO 9001; предприятия холдинга снизили переменные производственные расходы в среднем на 25%; со второй половины 2009 года холдинг стал наращивать реализацию и производство, а к июлю 2009 года вышло на безубыточное производство; получена отсрочка платежей на определенный период, чистые активы к январю 2010 года составили 27 млрд. рублей; компания расширила свою дилерскую сеть для повышения доступности своих автомобилей, наращивая объёмы продаж и выходя на новые рынки сбыта; компания начала разработку новых моделей автомобилей, расширяя продуктовую линейку.

Антикризисная стратегия по сокращению затрат, снижению запасов ТМЦ и готовой продукции, оптимизации технологических процессов позволили отрегулировать производственный процесс в компании, в соответствии со спросом на рынке, избежать затоваривания, сохранить кадровый потенциал и отсрочить платежи по задолженности.

Оценивая реализованную антикризисную стратегию «Группы ГАЗ» в период пандемии 2020-2021 гг. на основе проведенных этапов выхода из кризиса, можно дать положительную оценку результатам и достижениям компании за один кризисный год.

Так как ПАО «ГАЗ» консолидирует финансовые результаты всего холдинга, то рассмотрим именно показатели ПАО «ГАЗ», на долю которого приходится более половины оборота всей «Группы ГАЗ» за 2020 и 2021 годы (табл.1).

«По итогам 2021 года выручка составила 37.86 млрд. руб., тогда как в 2020 году она составляла 25.99 млрд. руб., что на 45.7 % выше предыдущего года. Чистая прибыль компании в отчетном периоде составила 127.28 млн. руб. по сравнению с 212.94 млн. руб. в 2020 г., это говорит о снижении чистой прибыли на 40.2 %. Для такого сложного кризисного периода, наличие чистой прибыли уже говорит о положительном результате.

Таблица 1. Показатели бухгалтерской отчетности ПАО «ГАЗ»

	2020	2021	Разница, %
Выручка, млрд. руб.	25.99	37.86	+ 45.7
Чистая прибыль, млн. руб.	212.94	127.28	- 40.2
Активы	52.25	53.6	+ 2.6
Внеоборотные активы, млрд. руб.	34.96	32.79	- 6.2
Оборотные активы, млрд. руб.	17.30	20.81	+ 20.3
Капитал и резервы, млрд. руб.	21.41	21.53	+ 0.57
Долгосрочные обязательства, млрд. руб.	18.82	18.41	- 2.18
Краткосрочные обязательства, млрд. руб.	12.02	13.65	+ 13.59
Сальдо денежных потоков, млн. руб.	80.80	83.54	+ 3. 39

Составлено автором по данным бухгалтерской отчетности ПАО ГАЗ [5]

Кроме того, по данным отчетности, активы компании составили 53.6 млрд. руб. по сравнению с 52.25 млрд. руб. годом ранее, что говорит о незначительном снижении. При этом внеоборотные активы снизились на 6.2% и составляют 32.79 млрд. руб., а оборотные активы выросли на 20.26% до 20.81 млрд. руб., что говорит об ускорении оборачиваемости средств компании. Капитал и резервы также незначительно увеличились на 0.57% до 21.53 млрд. руб.

Долгосрочные обязательства, согласно отчетности РСБУ, сократились на 2.18%, достигнув уровня 18.41 млрд. руб., что говорит о погашении задолженности перед банками. Краткосрочные обязательства на 13.59% стали больше аналогичного показателя в 2020 г. и равны 13.65 млрд. руб., что говорит о незначительном росте долгов компании со сроком погашения до одного года. Сальдо денежных потоков от финансовых операций равно 83.54 млн. руб., немногим больше, чем за прошлый период.

Первый этап, связанный с реорганизацией внутренних процессов, предусматривал оптимизацию и сокращение издержек. Данные свидетельствуют об успешной реализации этого этапа и достижения экономической эффективности:

«Под руководством Сергея Жаринова с применением инструментов производственной системы ГАЗ реализованы два важных проекта по улучшению качества и снижению затрат. Благодаря такому

решению производственные затраты снизились на 55%, экономический эффект от уже внедренных начинаний за год составил больше 1 млн. рублей» [3].

Второй этап, связанный с реструктуризацией долга, также показал положительные результаты. Снижение процентных ставок по кредитам и получение отсрочки платежей улучшили финансовое положение компании и позволили снизить финансовые риски, в том числе «за 2020 год ПАО «ГАЗ» не выплачивало дивидендов на обыкновенные акции, оставив сохраненные средства в распоряжении компании» [1].

Третий этап, направленный на улучшение качества продукции имел значение для компании. Произведено усовершенствование технологических процессов, которые привели к повышению стабильности, надежности и прочности автомобилей Группы ГАЗ.

Четвертый этап, связанный с развитием рынков сбыта, также дал положительные результаты, статистика отражает положительные изменения, такие как увеличение объема производства автомобилей:

«По данным Минпромторга России «Горьковский автозавод в первом квартале 2021 года произвёл 11,3 тыс. лёгких коммерческих автомобилей. Это на 18,7% больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года» [4].

«В 2021 году продано 56, 5 тысяч легких коммерческих автомобилей (LCV) Горьковского автозавода, что на 10% больше, чем в 2020-м году (на отечественном рынке LCV по сравнению с 2020-м годом увеличилась на 0, 2 п. п. — и составило 3,4%)» [2].

Возникшие кризисные ситуации последних лет привели к множественным банкротствам предприятий по всей стране, опыт «Группы ГАЗ» является уникальным примером крупного предприятия по выходу из сложных ситуаций.

В рассмотренной антикризисной стратегии «Группы ГАЗ», видно, что компания смогла справиться с вызовами и преодолеть трудности. Положительные результаты связаны с безошибочным подходом руководства к управлению. Предложенные механизмы по внутренней реорганизации предприятия и реструктуризации долга, по внедренным способам по улучшению качества продукции и развитию рынков сбыта, позволили предприятию снизить производственные

издержки, расширить географию продаж, и как следствие, улучшить свое финансовое состояние.

Способность «Группы ГАЗ» адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям в различные кризисные периоды, говорит о стабильности компании и умении руководства правильно расставлять приоритеты в выборе стратегий для решения в сложных ситуациях.

На современном этапе, начиная с 2024 года, может потребоваться пересмотр стратегий в управлении, в первую очередь, в кризисных периодах. Сегодня стремительные изменения в экономике и жизни людей требуют новых подходов в решении проблем. Ниже перечислены предложения по совершенствованию, которые могут дополнить будущую стратегию.

Экологическая устойчивость включает меры по снижению воздействия производства автомобилей на окружающую среду. Например, разработать электрические или гибридные разновидности автомобилей с использованием экологически чистых технологий (материалов).

Цифровая трансформация способствует оптимизации и автоматизации бизнес-процессов предприятия. Внедрение цифровых решений по всем направлениям деятельности — в производство, логистику и управление ресурсами в комплексе меняет структуру и результаты. Цифровыми технологиями могут быть Интернет вещей (IoT), облачные технологии, анализ данных или искусственный интеллект.

Гибкость и мобильность необходима с целью диверсификации ассортимента транспорта, чтобы удовлетворить различные потребности общества (существующих и потенциальных клиентов). Особенно важно развивать мобильные сервисы и предлагать инновационные решения, к примеру, это может быть, совместное использование автомобилей и т. д.

Освоение международных рынков необходимо продолжать и развивать для укрепления партнерских отношений в сотрудничестве с другими странами, компаниями на международном уровне.

Активное участие в исследованиях и разработках, в том числе с привлечением талантливых специалистов в этой области, в дальнейшем способно создавать новые продукты и идти в ногу со временем, завоевывая новые рынки.

Крайне важно продолжать проводить всесторонний анализ текущей рыночной ситуации, отслеживать тенденции развития и потребности клиентов, а также учитывать изменения в социально-экономической сфере.

Список литературы

1. «ГАЗ» не будет платить дивиденды за 2021 год [URL]: <https://www.interfax.ru/business/849759>
2. ГАЗ нарастил продажи LCV на 10% в 2021 году [URL]: <https://vz-nn.ru/news/promyshlennost/43383/?ysclid=lu5rgnv0mi276490111>
3. Инструменты эффективности. Как на ГАЗе улучшают качество, снижая затраты | АиФ Нижний Новгород [URL]: https://nn.aif.ru/promishlennost/instrumenty_effektivnosti_kak_gaz_uluchshaet_kachestvo_snizhaya_zatraty?ysclid=lu5qol8xtd250604243
4. Объёмы производства выросли, а продаж сократились. Результаты «Группы ГАЗ» за 3 месяца — Грузовой Ру [URL]: https://gruzovoy.ru/news/industry/2299_obyomi_proizvodstva_virosli_a_proday_sokratilis_rezyltati_gryppi_gaz_za_3_mesyaca.html
5. Финансовая и бухгалтерская отчетность ПАО 'ГАЗ' (ИНН 5200000046) | Баланс, прибыли и убытки ПАО 'ГАЗ' [Электронный ресурс] [URL]: <https://www.tinkoff.ru/business/contractor/legal/1025202265571/financial-statements/>

РОЛЬ ФИНАНСОВОЙ И БАНКОВСКОЙ СИСТЕМ В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Синев А.Н.

*Саровский физико-технический институт —
филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Аннотация. Данная работа исследует важную роль, которую играют финансовая и банковская системы в стимулировании инновационного развития экономики России. В контексте современных вызовов и требований мировой экономики рассматриваются ключе-

вые стратегии и механизмы, которые могут способствовать эффективному применению финансовых ресурсов для поощрения инноваций. Результаты исследования могут быть полезны для разработки стратегий и политик, направленных на улучшение инновационной активности и конкурентоспособности российской экономики.

Ключевые слова: финансовая система, банковская система, инновации, финансирование, инновационная активность, конкурентоспособность, стратегии развития, финансовые ресурсы.

Инновационное развитие экономики является одним из ключевых факторов для достижения устойчивого роста и повышения конкурентоспособности страны. Финансовая и банковская системы играют важную роль в этом процессе, предоставляя необходимые ресурсы и инструменты для поддержки инноваций. Рассматривается влияние финансовой и банковской системы на инновационное развитие экономики России.

Основная часть:

1. Предоставление финансовых ресурсов: Финансовая система, включающая банковскую и небанковскую сферы, играет решающую роль в предоставлении финансовых ресурсов для инновационных проектов. Банки выступают в качестве основных поставщиков капитала, предоставляя кредиты, займы и другие финансовые услуги. Важно отметить, что доступ к финансированию является ключевым фактором успешного развития инноваций, поскольку инновационные проекты требуют значительных инвестиций на начальных этапах.

2. Формирование инновационного инвестиционного климата: Финансовая и банковская системы также играют важную роль в формировании благоприятного инвестиционного климата для инноваций. Они способствуют созданию специальных инструментов и финансовых механизмов, таких как венчурные фонды, инновационные кластеры и государственные программы поддержки инноваций. Эти инструменты помогают привлекать инвестиции в инновационные проекты, снижают риски для инвесторов и стимулируют развитие инновационного предпринимательства.

3. Развитие финансовых технологий: в последние годы финансовая и банковская системы России активно развивают финансовые

технологии, такие как цифровые платформы и электронные платежные системы. Эти инновации значительно улучшают доступность и эффективность финансовых услуг, особенно для малых и средних предприятий, которые являются основным источником инноваций. Финансовые технологии также способствуют развитию новых видов финансирования, которые помогают привлекать инвестиции в инновационные проекты.

Финансовая и банковская системы играют ключевую роль в инновационном развитии экономики России. Они предоставляют финансовые ресурсы, формируют благоприятный инвестиционный климат и разрабатывают инновационные финансовые технологии. Однако, для достижения полного потенциала инновационного развития, необходимо продолжать улучшать доступ к финансированию, развивать инновационные финансовые инструменты и содействовать развитию финансовых технологий.

В результате, усиление роли финансовой и банковской системы в инновационном развитии экономики России способствует устойчивому росту, созданию новых рабочих мест и повышению конкурентоспособности страны в глобальной экономике.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https:// rosstat.gov.ru/statistics/science/](https://rosstat.gov.ru/statistics/science/)
2. Состояние и перспективы развития инноваций в России. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://roscongress.org/materials/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-innovatsiyv-rossii/>
3. Казаков М.А. Финансовая система России: современное состояние и перспективы развития. — М.: Юрайт, 2018.
4. Смирнов А.Ю. Финансирование инновационной деятельности в России: современное состояние и перспективы // Beneficium. — 2022. — № 3(44)

ПРАВОВАЯ ПРИРОДА ПРОЦЕНТОВ ЗА ПОЛЬЗОВАНИЕ ЧУЖИМИ ДЕНЕЖНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Синявская С. А.

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки*

Аннотация. Работа посвящена исследованию правовой природы процентов за пользование чужими денежными средствами (далее — проценты). Анализируются точки зрения цивилистов по теме исследования. Выдвинуто предложение, касающееся необходимости дальнейшего осмысления правовой природы и особенностей процентов как самостоятельного способа защиты прав добросовестных участников гражданского оборота.

Ключевые слова: защита, ответственность, убытки, неустойка, проценты, денежное обязательство.

Обобщив точки зрения цивилистов, касающиеся правовой природы процентов, представляется возможным условно разделить их на две группы, в соответствии с которыми проценты за пользование чужими денежными средствами следует рассматривать:

- а) в качестве вознаграждения кредитору;
- б) как меру гражданско-правовой ответственности.

Сторонником процентов как вознаграждения являлся, в частности, Л.А. Лунц, утверждая, что «проценты представляют собой периодически начисляемое на должника вознаграждение за пользование «чужим» капиталом в размере, не зависящем от результатов его использования...» [1, с. 82–83]. При этом ученый подчеркивал, это проценты за пользование чужими денежными средствами ни в коем разе не являются формой гражданско-правовой ответственности. Они причитаются кредитору независимо от наличия или отсутствия у него убытков [2, с. 63]. Однако такой подход встречает существенную критику со стороны других ученых: «...проценты никак не могут быть вознаграждением, наградой. А именно этот квалифицирующий признак поставлен авторами во главу проблемы» [3, с. 37].

Представляется, модель отношений, описываемых, в частности, Л. А. Лунцем, более свойственна возмездным договорам займа. Предоставляя денежные средства заемщику, заимодавец при соблюдении определенных условий, обоснованно может рассчитывать на получение той самой награды или вознаграждение в качестве благодарности за то, что заимодавец, передав в собственность заемщику сумму денег, временно не может воспользоваться ими в собственных целях. В свою очередь вряд ли та компенсация, которую получит кредитор в случае невыполнения должником денежного обязательства, будет именоваться вознаграждением. Толковый словарь С. И. Ожегова дает следующую дефиницию вознаграждения: «плата за труд, услугу» [4, с. 187]. В нашем случае кредитор не предоставляет никакого положительного результата, а лишь претерпевает неблагоприятные последствия, вызванные неисполнением денежного обязательства должником. Поэтому представляется некорректным употреблять термин «вознаграждение» как синоним процентов за пользование чужими денежными средствами.

Представители второй группы цивилистов, так или иначе, рассматривали проценты за пользование чужими денежными средствами в рамках института гражданско-правовой ответственности: в частности, Д.Д. Ландо относит проценты за пользование чужими денежными средствами к самостоятельной мере гражданско-правовой ответственности. Основными аргументами в пользу точки зрения о процентах как самостоятельной форме гражданско-правовой ответственности при этом выступает их зачетный характер по отношению к убыткам и возможность взыскания за нарушение любых денежных обязательств независимо от оснований их возникновения [7, с. 1021]. Имеет место также позиция, согласно которой проценты являются составной частью неустойки [6, с. 13]. Однако считаем возможным существование еще одной точки зрения.

В. В. Витрянский, рассуждая о значении процентов за пользование чужими денежными средствами в гражданском обороте, отметил следующее: «Включение в ГК Российской Федерации названной статьи преследовало цель защиты прав и законных интересов участников имущественного оборота, добросовестно исполняющих свои обязательства, от незаконных, а нередко и жульнических действий

их контрагентов и компенсации причиненного им ущерба». Предложенная выдающимся цивилистом трактовка, как представляется, позволяет осмыслить правовую природу процентов за пользование чужими денежными средствами ещё и с позиции непоименованного способа защиты гражданских прав [7, с. 682].

Следует отметить, что одно из важных нововведений, внесенных в Гражданский кодекс Республики Беларусь от 7 декабря 1998 года № 218-З (далее — ГК Республики Беларусь) и вступающих в силу 19 ноября 2024 г., — изложение в новой редакции ст.366 ГК Республики Беларусь, посвященной процентам за пользование чужими денежными средствами.

Так, изменения коснулись ответственности за нарушение обязательств — исключение двойной ответственности за неисполнение денежного обязательства. Законодателем предлагается на выбор либо закрепить в договоре неустойку, либо взыскивать проценты (п.3¹ ст.366 ГК Республики Беларусь в новой редакции). В настоящее же время могут быть одновременно применены для обеспечения обязательства как неустойка, так и проценты в размере ставки рефинансирования (общее правило) или в ином размере, определенном договором или законодательством (ст.310-312, 366 ГК Республики Беларусь) [8].

С 19 ноября 2024 г. проценты и неустойку нельзя будет взыскать одновременно. При этом проценты будут взыскиваться только тогда, когда нет ни законной, ни договорной неустойки. Это общее правило, иное может быть предусмотрено законодательными актами (п.31 ст.366 ГК Республики Беларусь в новой редакции). Исключение двойной ответственности позволит уменьшить случаи так называемого бизнеса на ответственности.

Список литературы

1. Лунц, Л. А. Деньги и денежные обязательства в гражданском праве / редкол.: А. В. Белевич [и др.]. 2-е изд., испр. М.: Статут, 2004. — 350 с.
2. Лунц, Л. А. Денежное обязательство в гражданском и коллизионном праве капиталистических стран. Ученые труды. — Вып. 14. — М.: Юрид. изд-во МЮ СССР, 1948. — 215 с.

3. Вербицкая, И.К. Правовая природа процентов за пользование чужими денежными средствами как самостоятельная форма гражданско-правовой ответственности/ И.К. Вербицкая// Правовая культура в современном обществе. — Могилёвский институт МВД. — 2020 г. — С. 35-40.

4. Ожегов, С.И., Шведова, Н.Ю. Толковый словарь русского языка. — М.:Азъ, 1992. — 3423 с.

5. Ландо, Д. Д. Проценты за пользование чужими денежными средствами и их соотношение с иными формами гражданско-правовой ответственности // Весн. Беларус. дзярж. ун-та. Сер. 3. Гіст. Філас. Псіхал. Палітал. Сацыял. Экан. Права. — 2004. — № 2. — С. 98–102.

6. Гаврилов, Э. Ответственность за неисполнение денежного обязательства // Российская юстиция. 1997. — № 11. — С. 13.

7. Брагинский М. И., Витрянский В. В. Договорное право. Книга первая: Общие положения. Изд. 2-е, испр. М.: Статут, 1999 г. — 848 с.

8. Адашкевич, Н. Новации ГК: изменение подхода к применению ст.366 [Электронный ресурс] / Н. Адашкевич, О. Марочкина // АПС «Бизнес-Инфо» / ООО «Профессиональные правовые системы» — Минск, 2024.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ МОДЕЛИ КОРПОРАТИВНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Харакоз Ю.К.

Дипломатическая академия МИД России, г. Москва

Аннотация. Формирование российской национальной модели корпоративной социальной ответственности оказали влияние различные исторические, экономические, политические и культурные факторы. Она прошла через различные этапы, от дореволюционных традиций меценатства и благотворительности до становления КСО как неотъемлемой части стратегического развития компании. Концепция корпоративной социальной ответственности является эффективным инструментом для организации бизнес-стратегии

компании, которая направлена на повышение конкурентоспособности путем установления добросовестных отношений с заинтересованными сторонами и создания новых возможностей для удовлетворения их интересов.

Ключевые слова: корпоративная социальная ответственность, финансово-хозяйственная деятельность, предприятия, нефинансовая отчетность.

Формирование российской национальной модели корпоративной социальной ответственности (КСО) характеризуется комплексным взаимодействием исторических, экономических и политических факторов, а также уникальным культурным контекстом России.

Процесс развития российской национальной модели находился под влиянием различных факторов, таких как исторические традиции меценатства и благотворительности, патерналистская политика советского государства, давление со стороны общества и некоммерческих организаций, а также необходимость адаптации к мировым стандартам ведения бизнеса. Основные периоды формирования модели могут быть охарактеризованы следующим образом:

— Дореволюционный период. Традиция меценатства и благотворительности со стороны богатых купцов была заметной чертой социальной ответственности в России. Ведущие торговцы выделяли значительные средства на развитие социальных служб, включая образование, здравоохранение и культурные учреждения.

— Советский период. Патерналистская политика государства повлияла на социальную ответственность компаний, которые предоставляли социальные льготы своим сотрудникам и местному сообществу. Государство определяло объем социальной инфраструктуры, которой могли обладать предприятия, и социальная ответственность могла быть реализована в соответствии с правилами государственного регулирования.

— Период перестройки. В период перестройки государственной системы наблюдалось возрождение социально ответственного поведения российского предпринимательства. Этот период характеризовался появлением первых признаков благотворительности и меценатства, однако эта практика не носила систематического характера.

— Возникновение КСО. В 1990-е годы концепция социальной ответственности стала пониматься как благотворительность, которая носила спонтанный характер.

— Развитие КСО. В процессе формирования российской концепции социальной ответственности она перестала рассматриваться как благотворительность и средство снижения давления государства и стала неотъемлемой частью функционирования бизнеса. Элементы КСО, такие как трудовые отношения, надлежащая деловая практика, защита прав человека, экологическая устойчивость, а также прозрачность и подотчетность, теперь являются частью политики компании в сфере КСО.

— Глобализация. Необходимость адаптации к мировым стандартам ведения бизнеса в связи с выходом на зарубежные рынки привела российские компании к переоценке нематериальных рисков и осознанию необходимости включения КСО в бизнес-стратегии. Это привело к более тщательной разработке программ КСО и унификации стандартов социальной отчетности.

Исторически традиция поддержки социальных инициатив восходит к 19 веку. В советский период также уделялось большое внимание социальным гарантиям, когда предприятия несли ответственность за обеспечение своих работников жильем, питанием, медицинским обслуживанием и досугом.

В 1990-х годах, с наступлением рыночной экономики, КСО появилась в России как концепция ответственности перед акционерами и сотрудниками, связанная с оптимизацией прибыли. Однако, в последние годы произошел сдвиг в сторону концепции корпоративного альтруизма, поскольку ожидается, что компании будут добровольно финансировать социально значимые программы.

С политической точки зрения российское правительство играет более активную роль в продвижении КСО по сравнению с западными странами. Государство предоставило компаниям различные стимулы для проявления социальной ответственности, такие как налоговые льготы, субсидии и доступ к государственным контрактам. Однако в России по-прежнему отсутствует четкое руководство и стандарты в области КСО, что затрудняет компаниям внедрение социально ответственных практик.

В экономическом плане переход от плановой экономики к рыночной структуре хозяйствования создал для компаний сложные условия, связанные с необходимостью адаптации к конкуренции и макроэкономической нестабильности. Это повлияло на объем ресурсов, которые компании могут выделять на социальную ответственность. В культурном плане российское общество возлагает большие надежды на роль бизнеса в социальном обеспечении.

В целом, российская национальная модель КСО находится под влиянием этих факторов, и отсутствие консенсуса и четких стандартов среди заинтересованных сторон привело к возникновению сложной и постоянно меняющейся ситуации. Однако растет признание того, что КСО может быть взаимовыгодной стратегией развития для компаний и общества, и от компаний все чаще ожидают, что они будут вносить свой вклад в социальное благополучие, балансируя при этом свои деловые интересы.

Модель корпоративной социальной ответственности в России существенно отличается от европейской и американской [1].

В Российской Федерации государство играет центральную роль в стимулировании усилий по обеспечению КСО, при этом особое внимание уделяется поддержанию социальной стабильности и порядка. Напротив, Европа делает упор на устойчивость и ответственность, в то время как США — на прибыльность и эффективность. Уровень регулирования и обязательной отчетности также варьируется в зависимости от этих моделей: в России действует ограниченное регулирование и отсутствует обязательная отчетность, в Европе действуют строгие правила и обязательная отчетность, а в США минимальное регулирование и добровольная отчетность [2].

Реализация КСО также различается в каждой модели: в России внедрение КСО является фрагментарным и неравномерным, в Европе — стратегическая реализация, а в Соединенных Штатах — устойчивая и комплексная реализация.

Распоряжение об утверждении Концепции развития публичной нефинансовой отчетности от 5 мая 2017 года № 876-р является важным этапом в формировании российской национальной модели корпоративной социальной ответственности, поскольку устанавливает руководящие принципы раскрытия компаниями нефинансовой ин-

формации, касающейся их социальной, экологической и управленческой практики. Таким образом, данное распоряжение является основополагающим этапом на пути повышения прозрачности и подотчетности российского бизнеса, а также продвижения устойчивой и ответственной деловой практики [3].

Изучение данных Национального реестра корпоративной нефинансовой отчетности является важным шагом в понимании развития практик КСО в России и анализе формирования российской национальной модели корпоративной социальной ответственности.

По данным за период 2000-2021 годов можно проанализировать динамику роста нефинансовой информации бизнес-единиц, осуществляющих финансово-хозяйственную деятельность в России [4].

В 2000 году было опубликовано 7 отчетов, в то время как на 2021 год их количество выросло до 101, что демонстрирует признание важности нефинансовой отчетности все большим количеством компаний, поскольку она позволяет им сообщать о своей приверженности социальной и экологической ответственности и предоставляет заинтересованным сторонам соответствующую информацию для оценки их деятельности. Важно подчеркнуть, что в России не существует единой формы нефинансовой отчетности, которая использовалась бы всеми компаниями, и различные типы отчетов могут применяться для разных целей или аудиторий.

Список литературы

1. Всемирный банк: официальный сайт. — URL: <http://www.worldbank.org> (дата обращения: 01.04.2024). — Текст: электронный.
2. Всемирный Экономический Форум: официальный сайт. — URL: <https://www.weforum.org> (дата обращения: 01.04.2024). — Текст: электронный.
3. Международный стандарт ISO 26000:2010 «Руководство по социальной ответственности» // Вестник технического регулирования, Мир стандартов, Вестник Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. — URL: <http://www.ksovok.com/standarts.php> (дата обращения: 02.04.2024). — Текст: электронный.

4. Национальный Регистр корпоративных нефинансовых отчетов. Российский союз промышленников и предпринимателей. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://rspp.ru/activity/social/registr/> (дата обращения: 04.04.2024).

КАТЫНСКИЙ РАССТРЕЛ, КТО ВИНОВАТ?

Чичеев И.А., Грошев В.В.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В статье рассмотрена официальная версия событий в катынском лесу на предмет неточностей и нестыковок. Для рассмотрения используются новые данные и сведения о данном происшествии. Представлены исследования российских и зарубежных исследователей.

Ключевые слова: Катынский расстрел, гитлеризм, СССР, НКВД, Великая Отечественная Война.

Что такое Катынский Расстрел? Большинство людей слышало об этом событии на уроках истории или же в телепередачах, но далеко не все придавали ему должного значения. В таком случае краткое введение в данную тему для тех, кто не знает и для тех, кто забыл. Катынский расстрел — это военное преступление, массовая расправа над польскими военнопленными в Катынском лесу (Смоленская область), совершенная в начале сороковых годов, по немецкой версии — весной 1940 года, по Советской версии — осенью 1941 года. Долгое время именно вторая версия считалась официальной, так как материалы советского расследования использовались на Нюрнбергском трибунале. Но вследствие обострения отношений между Советским Союзом и НАТО все чаще в данной расправе стали обвинять НКВД. К концу восьмидесятых эти обвинения перешли и в наши газеты. Разошлись они уже в девяностые, когда вал некогда запрещенной лите-

ратуры заполнил книжные магазины нашей страны, сделав немецкую версию официальной. Сейчас аргументы из нее используются не только для насаждения антикоммунистической, но и антироссийской повестки в СМИ. В данном докладе мы обратимся к обеим версиям, которые с годами пополнились новыми фактами, и ответим на вопрос: «Кто виноват в Катынском расстреле?»

Начало всему положил польский поход РККА 1939 года, по итогам которого в состав СССР вошли территории западной Украины и западной Беларуси, находившиеся на тот момент под контролем Польши. Вместе с территориями СССР получил большое количество плененных польских военных, которые впоследствии были разосланы по лагерям. По версии немецкой пропаганды 40-х годов, в конце апреля — начале мая сотрудники НКВД зверски расправились с пленными польскими военными. Впоследствии, данная версия обросла дополнительными свидетельствами, такими как: Закрытый пакет №1 (записка №794/Б от «март 1940 года») и показания Дмитрия Токарева, непосредственного участника расправы. По словам последнего, расстрельной командой руководил начальник комендатуры НКВД В. М. Блохин. Часть расстрелов производилась сразу на месте, часть во внутренних тюрьмах НКВД в Харькове и Калинин. В основном, по данной версии, сотрудники расстреляли 25 700 приговоренных из пистолетов Вальтер ПП калибра 7.65, после чего свозили их в общую могилу в Катынском Лесу.

А теперь рассмотрим все имеющиеся детали поподробнее. Начнем с пресловутой записки №794/Б, в которой Л. П. Берия якобы предлагает политбюро расстрелять заключенных польских офицеров. Впервые ее опубликовали в 1993 году и заведомо признали подлинной. Но данная записка составлена с весьма серьезными ошибками. К примеру, на документе нет точной даты создания, на месте даты указан только месяц и год: март 1940 года. Отсутствие даты — серьезное нарушение, из-за которого документ могли не принять на рассмотрение. При этом предыдущая и последующая записки датируются 29 февраля 1940 года, что коренным образом не сходится с официальной версией. Помимо этого, экспертно-криминалистической лабораторией под руководством Э. П. Молокова было установлено, что первая, вторая и третья страницы справки отпечатаны на

одной печатной машинке, а четвертая — на другой. Было обнаружено, что шрифт четвертой страницы встречается на ряде заведомо подлинных документах НКВД 1939 — 40 гг., в то время как шрифт первых трех страниц не встречается ни на одном документе того времени. Ко всему этому добавляется разное число приговариваемых к расстрелу на второй и третьей странице записки.

Теперь перейдем к пистолетам. Во-первых, пистолеты калибра 7.65 в советских тюрьмах, на момент 1940 года не использовались, так как не прописывались в нормах НКВД того периода. Подобное оружие хоть и имелось, но в очень малом количестве, которым при всем желании не получилось бы расстрелять всех приговоренных. Во-вторых, зачем сотрудникам были нужны данные пистолеты зарубежного производства, если были отечественные аналоги, ТТ-33 и Наган. В-третьих, до 98% гильз от пуль, обнаруженных при раскопках — Geco DD 7,65 немецкого производства за 1941 год. Даже сам Геббельс в своих записках огорчался этому факту и думал, каким образом это можно будет объяснить, если появятся неудобные вопросы.

Теперь перейдем к фактам, напрямую указывающими на виновность немецкой стороны. Во-первых, при советской эксгумации 1943 года было отмечено, что подавляющее число тел имели сохранившиеся нос, часть губ, руки и даже пальцы, глаза хоть и ввалились, но не разложились, зубы не были обнажены, что соответствовало возрасту в 1.5 года. Во-вторых, В карманах шинелей, кроме газет и документов за весну 1940 года, были обнаружены разные документы самый ранний из которых — за 12 сентября 1940 года, а самый поздний — за 20 июня 1941 года. В-третьих, Способ казни был характерным для айнзацкоманды во главе с обергруппенфюрером СС Фридрихом Йекельном, так называемая «сардинная укладка». В-четвертых, в захоронении не было никаких следов насекомых и их переходных форм, хотя по официальной версии расстрел проходил в апреле-мае, когда на свежее захоронение тел может слетаться огромное число мух. Ко всему вышеперечисленному добавляются свидетельства местных жителей, которые утверждали, что видели польских военнопленных на строительных работах в 1940 году, а осенью 1941 года часто слышали звуки стрельбы со стороны Катынского Леса.

Из всего вышеперечисленного следует, что военное преступление, связанное с убийством польских военнопленных, было совершено отнюдь не СССР, а Гитлеровской Германией.

Список литературы

— А. Н. Дугин «Тайны архивов НКВД СССР: 1937–1938. Взгляд изнутри» 2020

— Г. Ферр «Тайна Катынского расстрела: доказательства, разгадка» 2023

— <https://istmat.org/node/65073> — Копии протоколов допросов свидетелей расстрела немецко-фашистскими захватчиками в Катынском лесу польских военнопленных. Том 1. Декабрь 1943 г.

— <https://istmat.org/node/65074> — Копии протоколов допросов свидетелей расстрела немецко-фашистскими захватчиками в Катынском лесу польских военнопленных. Том 2. Декабрь 1943 г.

— <https://istmat.org/node/26224> — Катынские доказательства. проф. Франтишек Гаек. 9 июля 1945 г.

— https://web.archive.org/web/20130311143337im_/http://katyn.ru/index.php?go=Pages&in=view&id=946 — материалы экспертизы Э. П. Молокова

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА

Зайцев Д. А., Жук Ю. Н.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. Экспериментально проверим закон Ома для участка цепи и определим величину сопротивления, а также рассчитаем удельное сопротивление проводника с определением материала проводника.

Ключевые слова: физика, закон Ома, сопротивление, проводники, удельное сопротивление проводников.

Физика — это наука, которая часто остаётся незамеченной. Многие не понимают её важности в повседневной жизни, хотя изучение её законов открыло перед человечеством множество возможностей. Благодаря физике мы можем объяснить многие явления, которые раньше считались загадочными. С развитием науки и технологий физика оказала влияние на все аспекты нашей жизни, начиная от компьютеров и автомобилей, заканчивая электричеством. В прошлом люди не могли и мечтать о таких технологиях, как доступ к информации, мгновенное общение на расстоянии и прочее.

В данной статье рассматриваются приборы и методы измерения сопротивления проводников, а также расчет удельного сопротивления проводника. Но перед этим мы изучим, что такое сопротивление и удельное сопротивление проводников. Во главе всего стоит закон Ома для участка цепи.

Закон Ома утверждает, что сила тока, протекающего через проводник, прямо пропорциональна разности потенциалов на его концах и обратно пропорциональна сопротивлению проводника. Математически закон Ома можно записать следующим образом:

$$U = I * R$$

где U — напряжение на концах проводника (в вольтах), I — сила тока, протекающего через проводник (в амперах), R — сопротивление проводника (в омах).

Таким образом, напряжение на концах проводника равно произведению силы тока на сопротивление проводника. Этот закон позволяет определять одну из величин (напряжение, сила тока или сопротивление), зная две другие величины.

Сопротивление — это физическая величина, которая характеризует способность материала препятствовать прохождению электрического тока. Измеряется в омах (Ω) и зависит от материала, его температуры и геометрии.

Удельное сопротивление — это характеристика материала, которая показывает, как легко он пропускает электрический ток. Удельное сопротивление обратно пропорционально проводимости материала и обычно обозначается символом ρ (ро). Оно является интенсивной характеристикой материала и не зависит от его размера.

Удельное сопротивление можно рассчитать по формуле:

$$\rho = \frac{R * S}{l}$$

где: ρ — удельное сопротивление материала, R — сопротивление материала, S — площадь поперечного сечения материала, l — длина материала.

Чем выше удельное сопротивление материала, тем хуже он проводит электрический ток. Например, удельное сопротивление меди значительно ниже, чем у углеродных материалов, поэтому медь является одним из лучших проводников электричества.

Электрическое сопротивление характеризует противодействие проводника протеканию тока. Для постоянного тока согласно закону Ома:

$$R = \frac{U}{I}$$

Это активное сопротивление зависит от формы и размеров проводника:

$$R = \int_0^l \rho \frac{dl}{S}$$

Для однородного проводника с поперечным сечением S и длиной l :

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Удельное электрическое сопротивление является характеристикой материала проводника. В соответствии с формулой зависимости сопротивления от формы и размеров проводника измерение величины ρ сводится к измерению сопротивления проводника постоянному току R и геометрических параметров проводника l и S .

В данной статье реализуется технический метод (по измеренным значениям тока и напряжения) измерения сопротивления проводника.

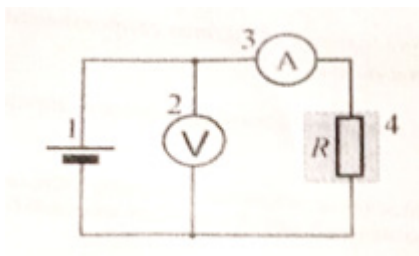


Рисунок 1. Электрическая схема:

1 — Генератор постоянного напряжения (постоянное регулируемое напряжение 0...+15 В);

2 — Мультиметр (режим $V \div 20$ В, входы COM, V Ω);

3 — Мультиметр (режим $A \div 200$ мА, входы COM, mA);

4 — Мини блок «Сопротивление проводника» с сопротивлением R .

Порядок выполнения эксперимента

1. На миниблоке «Удельное сопротивление» установили с помощью отвёртки длину проводника 1 м.

Установили миниблок на наборную панель, подключили к нему мультиметр в режиме измерения сопротивления (предел измерения 200 Ом) и записали значения длины проводника, диаметра и сопротивления:

$$l = 1\text{ м}; d = 0,2\text{ мм}; R = 39,7\text{ Ом}$$

2. Собирали цепь для измерения сопротивления методом вольтметра и амперметра как показано на рис. 2, используя правый мультиметр в качестве вольтметра, а левый — в качестве амперметра. Установили на них соответствующие режимы и пределы измерения 20В и 200 мА.

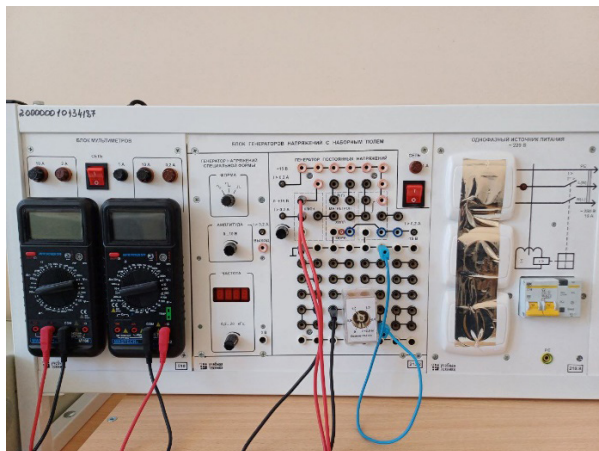


Рисунок 2. Экспериментальная установка

3. Включили блок генераторов напряжений и установили регулятором ток в цепи порядка 200 мА.

Таблица 1. Результаты измерений

№ опыта	Измерения мультиметрами методом вольтметра и амперметра		
	U, В	I, А	R, Ом
1	0,06	1,2	50
2	0,49	10,7	46
3	1,6	35,7	45
4	2,32	52	45
5	3,37	75,1	45
6	4,59	101,8	45
7	5,51	121,5	45
8	6,71	150,5	45
9	7,8	175,6	44
10	8,87	196,3	45

5. Вычислили среднее значение сопротивления по результатам 11 измерений и определили удельное сопротивление материала, из которого изготовлен проводник:

$$R_{\text{ср}} = \frac{50 + 46 + 44 + 45 + 45 + 45 + 45 + 45 + 45 + 45 + 39,7}{11} = 45 \text{ Ом}$$

$$\rho = R_{\text{ср}} \frac{\pi d^2}{4l} = 45 * \frac{3,14 * 0,2^2}{4 * 1} = 1,4 \text{ Ом} * \frac{\text{мм}^2}{\text{м}} \quad (\text{это фехраль})$$

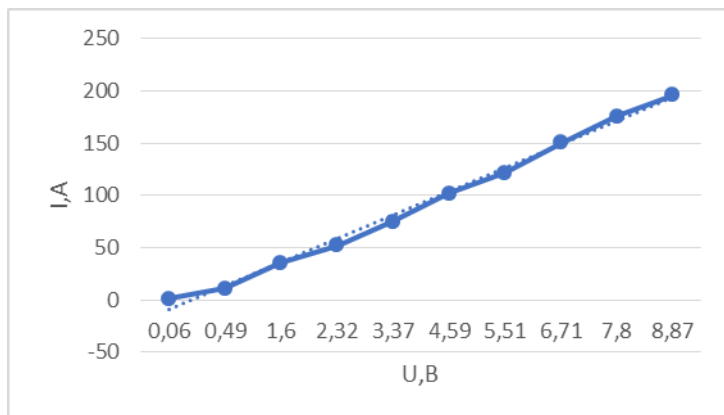


Рисунок 3. Экспериментальный график зависимости силы тока от напряжения

Проделав эксперимент убедились, что закон Ома для участка цепи действительно выполняется на практике, зависимость между силой тока и напряжением прямо пропорциональная. Материал проводника фехраль, определили по таблице.

Список литературы

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%>

ПОГРУЖНЫЕ СТАКАНЫ ДЛЯ РАЗЛИВКИ СЛЯБОВ НА МНРС

Кадулина Д.Д., Солоницина Е.А., Колобаева А.В.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. Важнейшим функциональным элементом, обеспечивающим стабильность процессов движения металла в кристаллизаторе МНРС, является погружной стакан. Осуществляя технологический перелив жидкого металла на участке «промежуточный ковш — кристаллизатор», он выполняет функции защиты металла от вторичного окисления, подвода расплава под уровень в кристаллизатор, способствуя рациональной организации движения конвективных потоков в жидкой ванне, а также предотвращения загрязнения стали включениями шлакообразующей смеси расположенной на мениске.

Ключевые слова: МНРС, погружной стакан, кристаллизатор, движение потоков, вторичное окисление, ШОС, разливка стали, промежуточный ковш, зеркало металла, тонкий сляб.

За четверть века в мире построено около 60 тонкослябовых МНРС общей производительностью более 80 млн т/год. При практически равной производительности ручья слябовой и тонкослябовой МНРС последняя отличается высокой удельной скоростью поступления металла в кристаллизатор. Отношение массовой скорости поступления металла к площади поперечного сечения кристаллизатора тонкослябовой МНРС составляет около 15–20 т/(мин·м²), что в 2–4 раза выше, чем для традиционной. Данные обстоятельства приводят к возрастанию в 2–6 раз линейной скорости разливки на тонкослябовой МНРС. Как показывает промышленный опыт разливки тонкого сляба, высокая скорость разливки способствует развитию процессов, которые отрицательно сказываются на качестве внутренней структуры и поверхности непрерывнолитого тонкого сляба.

Во-первых, образование стоячей волны на поверхности расплава, амплитуда которой может превышать толщину жидкого шлака, вызывает неравномерное по периметру слитка затекание шлака в зазор между пластиной кристаллизатора и формирующейся коркой сляба.

Во-вторых, нестабильные потоки на поверхности металла приводят к возникновению турбулентных зон и вихреобразованию на границе шлакообразующая смесь (ШОС) — металл. В таких условиях частички ШОС затягиваются с поверхности ванны кристаллизатора в глубинные слои слитка, дальнейшее поведение которых существенным образом зависит от структуры потоков металла в кристаллизаторе МНРС.

В-третьих, асимметрия потоков относительно продольной оси кристаллизатора способствует, например, несимметричному поведению металла на границе с ШОС и возникновению эффекта вихревой дорожки [4].

В-четвертых, высокая скорость потоков жидкой стали в глубинных слоях слитка приводит к неравномерному затвердеванию корочки слитка.

Погружной стакан — значимый функциональный элемент непрерывной разливки стали. Он выполняет важные функции: обеспечивает технологический перелив жидкой стали из промежуточного ковша в кристаллизатор и обеспечивает стабилизацию процессов движения металла в кристаллизаторе, а также защищает металл от вторичного окисления.

Высокая скорость движения металла в кристаллизаторе приводит к возникновению мощных нисходящих потоков, турбулентных зон, волн и вихреобразованию на границе шлак-металл. Это приводит к загрязнению слитка вовлеченными в жидкую фазу частичками ШОС из-за чего корка слитка формируется неравномерно. Данное обстоятельство накладывает особые требования при выборе конструкции и геометрических параметров погружных разливочных стаканов для подвода металла в кристаллизатор тонкослябовой МНРС в условиях изменения ширины сляба, толщины здоровой корочки слитка, глубины погружения и износа сталеразливочного стакана.

Ключевую роль в регулировании формирования струй, вытекающих из погружных стаканов, играют выпускные отверстия. Они могут иметь различную форму — круглую, квадратную, прямоугольную или овальную, размеры определяются массовым расходом металла и желаемой скоростью разливки.

С учётом условий разливки слёбов различают прямоточные и глухондонные погружные стаканы. Обобщение известных конструкций погружных стаканов для разливки толстых слёбов выполнено на рисунке 1.

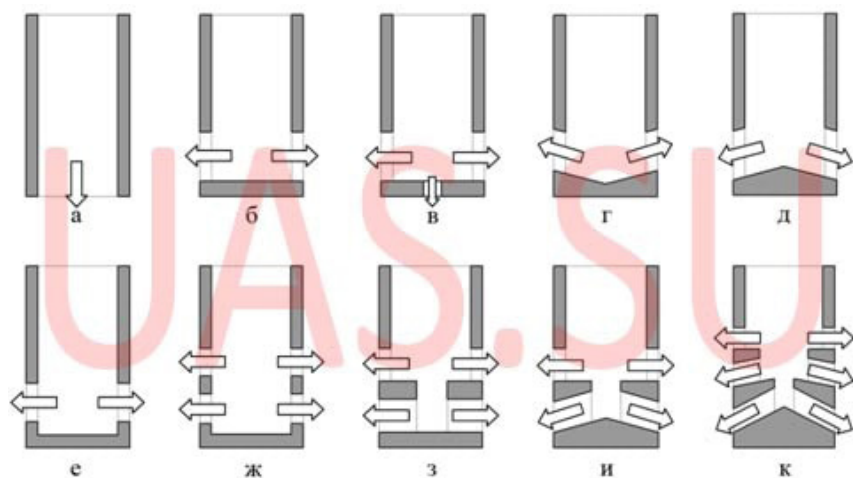


Рисунок 1. Мониторинг геометрической формы нижней части погружных стаканов для толстого слёба

Прямоточные погружные стаканы (рис.1а) представляют собой полую трубу, направляющую расплав вглубь жидкой ванны. При достижении предельной глубины проникновения сконцентрированная струя металла рассеивается, и потоки направляются от центра кристаллизатора к его стенкам (периферии). При этом неметаллические включения, попадающие из промежуточного ковша, практически полностью перейдут в готовую сталь.

Глухондонные погружные стаканы (рис.1б-к) могут иметь 2 или 4 боковых отверстия, которые выполняются под некоторым углом к зеркалу металла, обеспечивая равномерное распределение горячего

металла по высоте и снижает воздействие турбулентного потока на затвердевшую корочку заготовки, что благоприятно сказывается на процессе кристаллизации.

Однако известные конструкции погружных стаканов страдают рядом недостатков:

1. выходные потоки не достигают проектного угла раскрытия выпускного отверстия и отклоняются во время разливки;
2. выходящие потоки обычно не используют полностью площадь поперечного сечения боковых отверстий;
3. исходящие потоки имеют не однородную скорость, причем скорости выхода из стакана на нижних участках струи существенно выше, чем скорости на верхних участках;
4. исходящие потоки создают турбулентные и переменные во времени закручивания и завихрения.

Эти проблемы приводят к нежелательным и нестабильным режимам течения жидкого металла в кристаллизаторе, зарастанию выпускных отверстий и к чрезмерной турбулентности в потоках, идущих из погружного стакана. Общее воздействие этих проблем отрицательно сказывается на эксплуатационные характеристики МНРС и качество непрерывнолитой заготовки. В последние годы предпринимались различные попытки решения указанных проблем, которые включали в себя изменение конструкции нижней части стакана.

Одной из инновационных концепций для стабилизации динамической картины в кристаллизаторе слябовой МНРС является погружной стакан с шестью выпускными отверстиями (рис.1к). Последовательное уменьшение сечения вертикального канала стакана способствует равномерному распределению всего металла по выпускным отверстиям. При этом, увеличение угла каждой ниже расположенной пары выпускных отверстий способствует стабилизации турбулентной ситуации по сечению кристаллизатора. Из-за своей конструкции такие стаканы успешно используются при разливке стали на тонкие слябы.

Особенность разливки тонких слябов заключается в их небольшой толщине, составляющей всего 60-100 мм при ширине от 1100 до 1800 мм, а также в высокой скорости разливки, что приводит к значительному расходу стали. Это выдвигает особые требования к кон-

струкции стаканов для разливки тонких слябов, так как требуется специальное сужение в нижней части для подвода металла под уровень и увеличение ширины для обеспечения необходимого расхода. При этом подвод металла осуществляется плоскими струями.

Выводы

Погружной стакан — значимый функциональный элемент непрерывной разливки стали. Он выполняет важные функции: обеспечивает технологический перелив жидкой стали из промежуточного ковша в кристаллизатор и обеспечивает стабилизацию процессов движения металла в кристаллизаторе, а также защищает металл от вторичного окисления. Он имеет определенную конфигурацию, учитывающую специфику движения металла из промежуточного ковша в кристаллизатор. Конструктивно погружной стакан состоит из верхней части (зона стыка погружного стакана и стакана дозатора), зоны шлакового пояса, выходных отверстий, донной части, а также вспомогательных конструктивных элементов и покрытий. Среди переменных факторов процесса непрерывной разливки особое место занимает внутренняя геометрия погружного стакана. Внутренняя конфигурация стакана и в особенности расположение, форма и количество выходных отверстий определяют картину течения стали в полости.

Список литературы

1. Смирнов А.Н., Куберский С.В., Штепан Е.В. Непрерывная разливка стали // Алчевск: ДонДТУ, 2010. — 520 с.
2. B.G.Thomas, Q.Yuan, L.Zhang, S.P.Vanka, Flow Dynamics and Inclusion Transport in Continuous Casting of Steel, NSF Design, Service, and Manufacturing Grantees and Research Conf. Proc., R.G.Reddy, ed., (2003), p.2328 — 2362.
3. Смирнов А.Н. Процессы непрерывной разливки. / А.Н.Смирнов, В.Л.Пилюшенко, А.А.Минаев, С.В.Момот, Ю.Н.Белобров // Донецк: ДонНТУ, 2002. — 536 с.
4. Солоницина, Е. А. Методы исследования движения потока жидкой стали / Е. А. Солоницина, А. В. Колобаева, В. М. Сафонов // Творчество молодых — родному региону : сборник материалов X ре-

гиональной межвузовской научно-практической конференции, Выкса, 25 апреля 2023 года. — Казань: Общество с ограниченной ответственностью «Бук», 2023. — С. 229-232. — EDN IEFEXC.

5. Исаев, О.Б. Моделирование современных процессов внепечной обработки и непрерывной разливки стали / О.Б. Исаев, Е.А. Чичкарев, В.В. Кислица и др. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2008. — 376 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ И ГРАНИЦ СВАРНОГО ШВА ПО ДАННЫМ ТРИАНГУЛЯЦИОННОГО ЛАЗЕРНОГО ДАТЧИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Карзон Р.Р., Рыбаков А.В.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. Прогресс не стоит на месте, и поэтому, для решения сложных задач, появляются новые технологии и способы исследования. В данной статье мы хотели рассмотреть принципы работы новых технологий в промышленной области. А также найти их взаимосвязь с математическими вычислениями.

Ключевые слова: Лазер, датчик, интерполяция, сварной шов, обработка.

Триангуляционный лазерный датчик

Триангуляционные лазерные датчики — это высокоточные устройства, которые используют лазерный луч для измерения расстояний до объектов. Они применяют принцип триангуляции, основанный на геометрическом методе для определения расстояния до объекта путем измерения угла источника света до объекта и угла, под которым он отражается обратно в датчик.

Принцип работы датчика основан на формировании треугольника между излучаемым лазерным лучом, поверхностью объекта и датчи-

ком. Он отправляет лазерный луч на поверхность объекта и измеряет угол, под которым луч отражается обратно. Зная угол и расстояние между лазером и датчиком, датчик может рассчитать расстояние до объекта с высокой точностью.

Преимущества этих устройств включают в себя высокую точность измерений, независимость от цвета объектов, возможность работы на больших расстояниях, компактные размеры и высокую скорость измерений. Эти датчики могут быть легко интегрированы в различные системы контроля и автоматизации процессов.

Геометрия сварного шва

Эффективное управление геометрией многослойного шва важно для обеспечения высокого качества сварного соединения и предотвращения возможных дефектов. Контроль толщины слоев, формирование корня шва, правильное уклонение слоев и контроль слияния слоев — все это важные аспекты, которые необходимо учитывать при выполнении сварочных работ с многослойными швами. Правильно спроектированный и выполненный многослойный шов обеспечивает надежное и прочное сварное соединение, соответствующее требованиям качества и безопасности.

Определение геометрии и границ сварного шва с использованием триангуляционного лазерного датчика и математических методов

Применение математических методов в анализе данных, полученных с помощью лазерных датчиков, позволяет не только определять границы объектов, но и анализировать их геометрию с большой точностью.

1. Сбор данных и обработка

Триангуляционный лазерный датчик используется для сканирования поверхности сварного шва, где он снимает точечные данные, отраженные от объекта. Эти данные содержат информацию о расстоянии от датчика до точек на поверхности, что позволяет воссоздать модель объекта.

Далее, данные подвергаются обработке с использованием различных математических методов, таких как фильтрация шума, калибровка, сегментация изображений и выделение контуров. Этот процесс позволяет детектировать границы сварного шва и подготовить данные для более детального анализа.

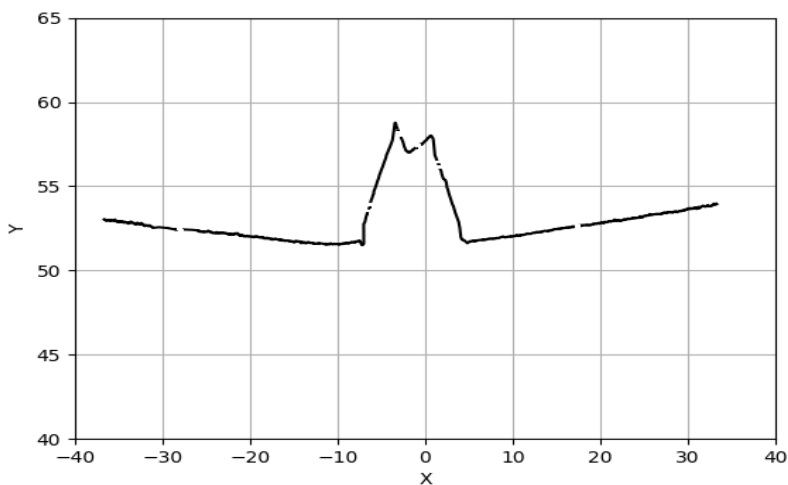


Рисунок 1. Сварной шов без обработки

2. Построение границ сварного шва

Для определения границ сварного шва по данным датчика применяются различные математические методы. Один из подходов — это процесс сегментации данных, где алгоритмы анализируют информацию о расстоянии и форме поверхности для выделения областей, соответствующих сварному шву. Эти области могут быть аппроксимированы кривыми, используя методы регрессии или интерполяции.

Интерполяция сварных швов применяется для реконструкции формы и геометрии сварных соединений на основе ограниченного набора точечных данных. Целью этого процесса является создание гладкой и непрерывной модели сварного шва, которая может использоваться для анализа, визуализации и контроля качества сварных соединений.

Для точности результатов, математические вычисления и построения будут выполняться на языке программирования Python.

Использование методов интерполяции

1. Подготовка данных: Необходимо иметь набор точечных данных о сварном шве, которые будут использоваться для интерполяции. Для этого находятся координаты некоторых точек для интерполяции.

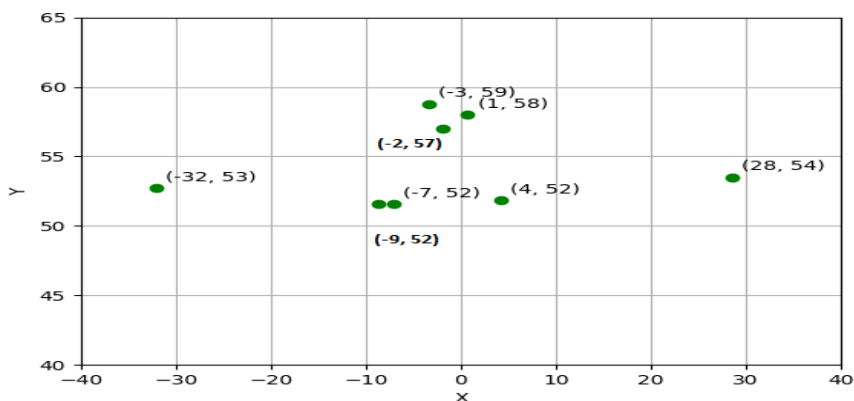


Рисунок 2. Нахождение координат некоторых точек

2. Выбор метода: В зависимости от сложности формы сварного шва и требований к точности выбирается подходящий метод интерполяции. Одним из методов является интерполяционный полином Лагранжа.

$$L(x) = \sum_{i=0}^m f(x_i) \cdot \frac{(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{i-1})(x - x_{i+1}) \dots (x - x_m)}{(x_i - x_0)(x_i - x_1) \dots (x_i - x_{i-1})(x_i - x_{i+1}) \dots (x_i - x_m)}$$

3. Применение метода: На основе выбранного метода находятся промежуточные значения, проводится интерполяция точек для восстановления формы сварного шва.

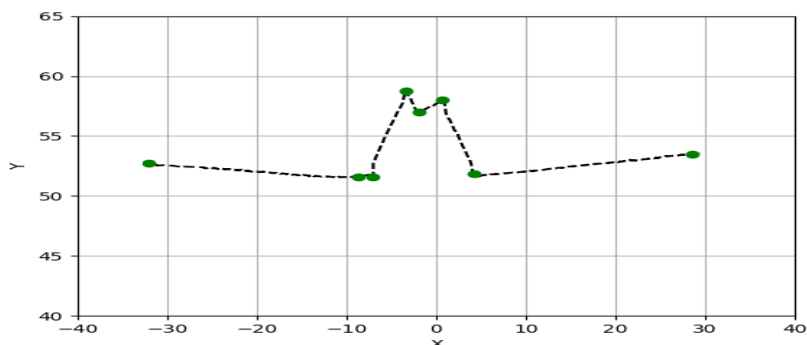


Рисунок 3. Использование интерполяции

4. Оценка полученных значений: После завершения процесса интерполяции необходимо произвести оценку результатов и провести валидацию модели сварного шва, с целью убедиться в ее точности и соответствии исходным данным.

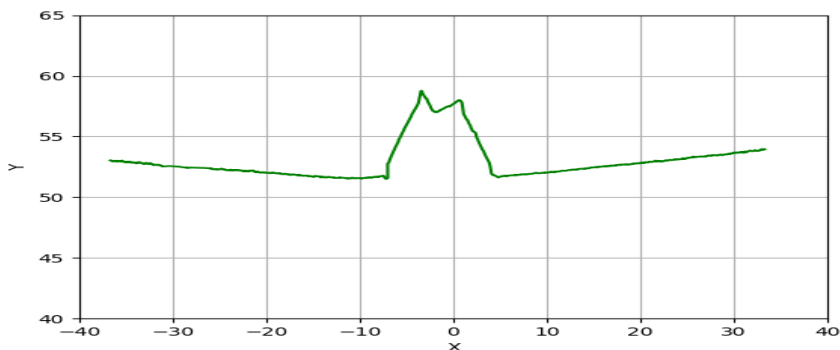


Рисунок 4. Готовый результат

Существуют и другие методы интерполяции, но, по подсчётам, алгоритм метода интерполяционного полинома Лагранжа выполняется быстрее остальных.

Другой подход — это построение контуров и их анализ с использованием методов обработки изображений и компьютерного зрения. Полученные контуры могут точно описывать границы сварного шва.

3. Анализ геометрии сварного шва

Следующим шагом является анализ геометрии сварного шва на основе данных, полученных с помощью датчика. Математические методы позволяют определить ключевые параметры сварного соединения, такие как ширина, высота, уклон, радиусы изгибов и другие характеристики.

Таким образом, используя методы математических вычислений и обработки данных, можно провести детальный анализ формы сварного шва и выявить любые дефекты или несоответствия заданным параметрам. Это позволяет контролировать качество сварного соединения и принимать меры для его исправления при необходимости.

Список литературы

1. SENSORIKA-M [Электронный ресурс] — режим доступа: <https://www.sensorika.com/ru/lib/triangulyatsionnyj-datchik> (дата обращения: 06.04.2024)
2. И. И. Ибрагимов — Методы интерполяции функций и некоторые их применения [Электронный ресурс] — режим доступа: <https://avidreaders.ru/book/interpolyaciya-metody-i-kompyuternye-tehnologii-ih.html> (дата обращения: 06.04.2024)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СОРТИРОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Карзон Р.Р., Жук Ю.Н.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСИС»,
г. Выхса*

Аннотация. В современном мире многие физические процессы являются важной частью эффективного использования новых технологий. В данной статье мы хотели рассмотреть влияние новых подходов на оптимизацию производства. И также выяснить преимущества их использования.

Ключевые слова: Электромагнит, электрический ток, напряжение, логистика, мощность, соленоид.

Электромагнитные системы в производстве являются важным элементом производственного процесса, с их помощью осуществляются сортировки и транспортировки материалов, широко применяются в различных отраслях промышленности, таких как горнодобывающая, металлургическая, пищевая и других. Они работают на основе воздействия магнитного поля на материалы с магнитной проницаемостью.

Система обычно состоит из нескольких основных компонентов:

Электромагниты: Основные элементы системы, создающие магнитное поле при подаче электрического тока через обмотку.

Источники питания: обеспечивают электромагниты необходимым электрическим током для создания магнитного поля.

Управляющие системы: Системы управления электромагнитами, которые регулируют подачу электрического тока, контролируют интенсивность магнитного поля, а также координируют работу электромагнитов.

Механизмы транспортировки: Компоненты системы, ответственные за перемещение материалов. Это могут быть конвейеры, ленточные транспортеры, подъемники и другие устройства.

Датчики и детекторы: устанавливаются для обнаружения материалов с определенными свойствами и передачи информации об этих материалах системе управления для принятия соответствующих решений.

Защитные системы: обеспечивают безопасность работы и предотвращают возможные аварийные ситуации. Это могут быть системы аварийного отключения, защитные кожухи, автоматические системы контроля и т. д.

Корпус и конструкция: Элементы, обеспечивающие надежность и устойчивость работы электромагнитной системы.

Важно, чтобы эти компоненты работали исправно и взаимодействовали друг с другом.

Принцип работы электромагнитных систем основан на создании магнитного поля с помощью электрического тока в обмотке. Под воздействием этого поля материалы с магнитной проницаемостью будут притягиваться или отталкиваться в зависимости от их свойств. Это позволяет разделять различные материалы и направлять их по нужному пути для дальнейшей обработки.

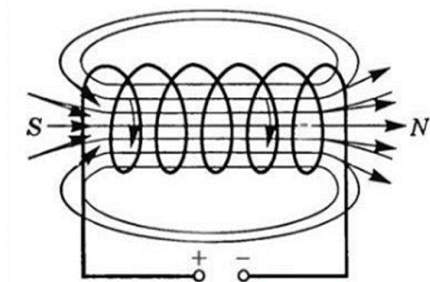


Рисунок 1. Электромагнит

Применение электромагнитных систем в промышленности:

1. Сортировка материалов: Электромагнитные системы используются для сортировки материалов, таких как металлические отходы, стекло, пластик и другие материалы с магнитными свойствами. Они могут быть настроены на разное притяжение к материалам и обеспечить их отделение.

2. Транспортировка материалов: Электромагнитные системы позволяют эффективно перемещать материалы на производственных линиях. Они могут использоваться для загрузки и выгрузки материалов с конвейеров, сортировочных лент и других транспортных устройств.

3. Контроль качества: Электромагнитные системы также применяются для контроля качества материалов. Проведение сортировки по магнитным свойствам позволяет выявлять и отделять нежелательные примеси или дефекты.

Расчет параметров электромагнитных систем

При исследовании расчетов для определения мощности и параметров электромагнитных систем важно учитывать несколько ключевых аспектов:

1. Определение мощности: для эффективной работы электромагнитной системы необходимо правильно рассчитать мощность источников питания. Это включает определение необходимого тока для создания требуемого магнитного поля и зависит от различных параметров, включая:

Магнитные свойства обрабатываемых материалов.

Расстояние между электромагнитом и материалами.

Скорость транспортировки материалов.

Общий объем материалов, которые необходимо обработать.

Расчеты, которые могут быть использованы для определения мощности и параметров электромагнитных систем:

1. Метод расчета магнитного потока.

2. Методы численного моделирования, такие как метод конечных элементов.

3. Эмпирические методы, основанные на опыте и данных из предыдущих исследований.

Общий подход к расчету мощности электромагнитов в промышленности:

Оценка тепловыделения:

Рассчитываются потери мощности в виде тепла, которое электромагнит генерирует в процессе работы.

Учитывается теплообмен с окружающей средой.

Проектирование системы охлаждения:

Если тепловыделение значительное, необходимо разработать эффективную систему охлаждения для поддержания рабочих температур.

Учет эффективности:

Оценивается, какая часть потребляемой мощности преобразуется в полезную работу, а какая расходуется на нагрев или другие потери.

Важные факторы:

На работу электромагнита и его мощность учитываются влияние среды, температуры окружающей среды, электромагнитных полей и других факторов.

При расчете мощности и параметров электромагнитов используют различные формулы и методы, чтобы определить необходимые характеристики для эффективной работы системы.

1. Расчет мощности электромагнита (W)

2. Расчет магнитной индукции внутри электромагнита:

Формула для расчета магнитной индукции (B) внутри соленоида (асимптотический расчет):

$$[B = \mu_0 * N * I / l],$$

где B — магнитная индукция в теслах (Тл); μ_0 — магнитная постоянная ($4\pi * 10^{(-7)}$ Гн/м); N — число витков; I — сила тока в амперах (А); l — длина соленоида (м).

3. Расчет силы притяжения/отталкивания (F)

4. Расчет количества витков обмотки:

Формула для расчета числа витков (N) в обмотке с учетом магнитного потока:

$$[N = B / (\mu_0 * I * l)],$$

где N — количество витков; B — магнитная индукция (Т); μ_0 — магнитная постоянная ($4\pi * 10^{(-7)}$ Гн/м); I — сила тока (А); l — длина соленоида (м).

Эти формулы представляют основные аспекты расчета мощности и параметров электромагнита. При использовании этих формул и методов можно эффективно оптимизировать работу электромагнитных систем и обеспечить их точную настройку для конкретных задач.

2. Параметры электромагнита: Расчет параметров электромагнита включает определение размеров и сопротивления обмотки, материала ядра, числа витков, тока и напряжения, необходимых для создания требуемого магнитного поля, магнитной индукции и других характеристик. Это поможет достичь оптимальной эффективности системы.

3. Управление и контроль: Расчет параметров управляющих систем и механизмов транспортировки также важен для обеспечения точного функционирования электромагнитной системы, он позволяет эффективно регулировать процессы сортировки материалов.

4. Экспериментальная проверка результатов

После проведения расчетов важно экспериментально проверить полученные результаты. Это поможет убедиться в правильности расчетов и оптимальности параметров системы.

Правильный расчет мощности и параметров электромагнитных систем позволяет оптимизировать работу, повысить производительность, снизить издержки и обеспечить качественное и безопасное выполнение работ. Развитие технологий в этой области продолжает улучшать многие процессы в различных отраслях промышленности.

Преимущества использования электромагнитов для сортировки и транспортировки материалов

Эффективность сортировки: Электромагниты обеспечивают точную и эффективную сортировку материалов по их магнитным свойствам, что позволяет отделять различные виды материалов на производственной линии.

Безопасность: Электромагниты работают без контакта с материалами, что уменьшает риск повреждения или износа оборудования и повышает безопасность рабочего процесса.

Автоматизация процесса: Использование электромагнитов позволяет автоматизировать процессы, что снижает необходимость вручную управлять этими процессами.

Увеличение производительности: Благодаря быстрой реакции и точности, электромагниты способствуют увеличению производительности производственных линий.

Экономия энергии: Электромагниты потребляют энергию только во время работы, что позволяет экономить электроэнергию и снижать общие затраты на производство.

Таким образом, электромагнитные системы — важная часть производственных процессов, исследования в этой области способствуют развитию технологий автоматизации логистики материалов в промышленности. Значительное внимание уделяется оптимизации их работы для увеличения производительности и снижения издержек. Работая с расчетами и параметрами систем, можно достичь оптимальной работы и повысить эффективность производства.

Список литературы

1. ELECTROMAGNIT [Электронный ресурс] — режим доступа: <https://electromagnit.ru/info>
2. А. Г. Сливинская — Электромагниты [Электронный ресурс] — режим доступа:
3. https://www.texenergo.ru/publication/biblioteka_elektrotehnika/yasse_e_elektromagnity

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КОЛЛЕДЖА

Колобаева Е.А.

*ГБПОУ «Выксунский металлургический колледж
им. А. А. Козерадского»*

Аннотация. В работе рассмотрена актуальность и цели внедрения единого информационного пространства колледжа. Для внедрения цифровизации и создания единого информационного образовательного пространства были созданы условия для обучения и продвижении вопросов информатизации в образовательной организации.

Ключевые слова: цифровизация колледжа, образовательная организация, информационное пространство, единая среда

Формирование Единой информационной образовательной среды (ЕИОС) колледжа и интеграция ее информационного образовательного пространства являются закономерным шагом в развитии информатизации профессионального образования и позволят решить

главную задачу — повышение качества и эффективности образовательного процесса подготовки будущих квалифицированных конкурентоспособных специалистов на рынке труда в век цифровизации с целью удовлетворения потребностей региона в высококвалифицированных рабочих и специалистах, владеющих современными информационными и компьютерными технологиями посредством внедрения в учебный процесс новых информационных технологий, основывающихся на новых методологических основах, современных дидактических принципах и психолого-педагогических теориях.

Цели единого информационного пространства колледжа:

1. Организация доставки информации, полученной из внешних источников, внутри образовательной организации;
2. Внедрение компьютерных технологий не только в образовательную, но и в информационно-управленческую деятельность образовательной организации;

Задачи единого информационного пространства колледжа:

1. Повышение эффективности образовательного процесса;
2. Автоматизация управления деятельности образовательной организации;
3. Повышение качества обучения будущих выпускников;
4. Создание информационной среды для родителей (законных представителей);
5. Создание условий для творческого роста педагогов. Распространение и обобщение их педагогического опыта;
6. Установление оперативного электронного документооборота.

Для осуществления поэтапного решения задач цифровизации и информатизации колледжа, внедрения новых информационных технологий в образовательный и управленческий процессы, внедрения и поддержки документооборота, использования возможностей телекоммуникационных технологий, для создания в колледже единого информационного пространства в качестве основных для использования ИКТ в колледже выделяются и успешно функционируют следующие направления:

Цифровизация и информатизация образовательного процесса: повышение квалификации преподавателей колледжа в вопросах применения информационно-коммуникационных технологий в обра-

зовательном процессе; разработка и приобретение дидактических электронных ресурсов, обеспечивающих реализацию учебных программ по учебным дисциплинам и модулям; создание медиатеки колледжа (базы данных, разработанных преподавателями, банка данных передового педагогического опыта); обеспечение доступа студентов и преподавателей к электронно-библиотечным системам (ЭБС), образовательным ресурсам глобальной сети Интернет, нормативно-правовой информации, ко всему спектру ЭОР колледжа и единой информационной образовательной среды колледжа.

Для успешного внедрения цифровизации и создания единого информационного образовательного пространства нам необходимо было: создать условия для обучения использованию информационных технологий и в продвижении вопросов информатизации в образовательной организации; обеспечить финансовое, материально-техническое и кадровое сопровождение процесса информатизации; поощрять использование информационных технологий для совершенствования методик преподавания.

Цифровизация колледжа и его единое информационное пространство должно быть подчинено образовательному процессу, обеспечивать и обслуживать, в первую очередь, учебную деятельность образовательной организации, помогая в работе всему педагогическому составу, используя цифровые инструменты, и как ее необходимое условие — управленческую деятельность.

ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Лаврухин Н.А., Жук Ю. Н.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. Современная электроника немыслима без использования материалов с особыми свойствами, в частности, полупроводников с контролируемыми температурными характеристиками. Исследование зависимости сопротивления от температуры позволяет не только глубже понять природу материалов, но и создать основу для разработки новых, более эффективных технологий.

Ключевые слова: температурный коэффициент сопротивления, проводник, полупроводник, электрический ток, температурная зависимость, ширина запрещенной зоны.

В данной работе рассматривается методика экспериментального определения температурного коэффициента сопротивления (ТКС) проводников и ширины запрещенной зоны полупроводников. Основное внимание уделяется анализу изменения сопротивления материалов при колебаниях температуры, что позволяет получить важные характеристики материалов, используемых в электронике и микроэлектронике. В теоретической части рассмотрена классификация веществ на проводники, полупроводники и диэлектрики с точки зрения структуры электронных зон. Также обсуждаются физические процессы, происходящие при изменении температуры, и их влияние на электрические свойства материалов. Экспериментальная часть включает описание методики определения ТКС и ширины запрещённой зоны с использованием современного лабораторного оборудования. Результаты исследования демонстрируют зависимость сопротивления от температуры для различных классов материалов, что имеет важное значение для теории и практики в области разработки электронных компонентов. Выводы из данной ра-

боты могут быть использованы для улучшения характеристик полупроводниковых приборов.

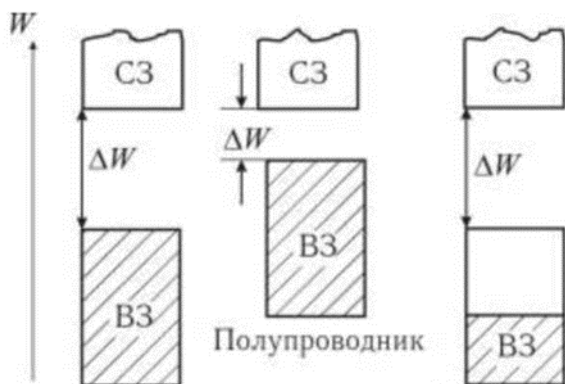


Рисунок 1. Зависимость $R(T)$

ТКС материалов играет важную роль в проектировании элементов, подвергающихся значительным температурным нагрузкам, например, в авиационной и космической промышленности. Знание температурных характеристик позволяет разрабатывать устройства, способные выдерживать экстремальные условия эксплуатации без потери функциональности.

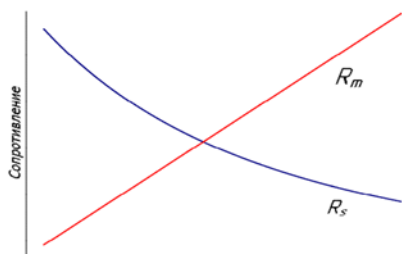


Рисунок 2. Электронные зоны

Современные исследования направлены на поиск материалов с уникальными температурными характеристиками, которые могли бы привести к значительным изменениям в производственных технологиях. В металлах электроны проводимости движутся не свобод-

но, испытывая соударения с ионами решётки. В отсутствие внешнего электрического поля электроны совершают только беспорядочное тепловое движение. При этом каждый электрон описывает сложную траекторию, подобную траектории атома газа или частицы, совершающей броуновское движение. Вследствие беспорядочности теплового движения количество электронов, движущихся в любом направлении, в среднем всегда равно числу электронов, перемещающихся в противоположном направлении. Поэтому в отсутствие внешнего поля суммарный заряд, переносимый электронами в любом направлении, равен нулю, т.е. в металле нет тока. При наложении внешнего электрического поля электроны получают дополнительное упорядоченное движение. Поэтому при наличии внешнего поля фактическое движение электронов представляет собой сумму беспорядочного и упорядоченного движений, а, следовательно, появляется преимущественное направление движения электронов. В ходе этого движения электроны испытывают соударения с ионами решётки металла, что является причиной электрического сопротивления металлов. Таким образом, сопротивление металлов зависит не только от природы материала, но и от его состояния, в частности от температуры. Экспериментально было показано, что сопротивление металлов зависит от температуры следующим образом:

$$R(t) = R_0(1 + at + bt^2 + gt^3 + \dots)$$

Это включает в себя разработку новых сплавов и композитных материалов, а также изучение наноструктур с необычными электронными и тепловыми свойствами. [6]

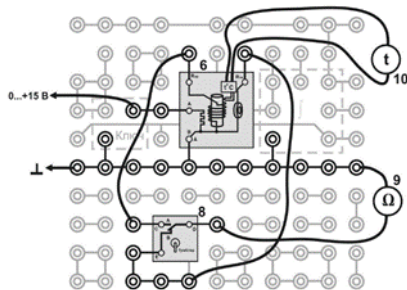


Рисунок 3. Схема установки

Температурная зависимость сопротивления проводников и полупроводников играет ключевую роль в понимании их электрических свойств и возможностей применения. Проводники, такие как металлы, имеют электроны в зоне проводимости, которые могут свободно перемещаться по кристаллической решетке, что обуславливает их высокую проводимость. Полупроводники, в свою очередь, обладают запрещенной зоной между валентной зоной и зоной проводимости, ширина которой может изменяться под воздействием температуры, что приводит к значительным изменениям их проводимости при нагревании. Важность изучения температурного коэффициента сопротивления (ТКС) проводников заключается в его применении в различных электротехнических устройствах и системах. ТКС помогает предсказать изменение сопротивления материалов при изменении температуры окружающей среды. Это особенно важно для устройств, работающих в широком диапазоне температур, таких как спутниковые системы и авиационная электроника. Для полупроводников ширина запрещенной зоны является ключевым параметром, определяющим их электронные свойства. Изменение этой ширины под воздействием температуры может привести к переходу материала из изолятора в проводник, что используется в термисторах и варисторах. [7] Эти устройства находят применение в схемах защиты и регулирования тока. Экспериментальные методы измерения ТКС и ширины запрещенной зоны включают использование лабораторного оборудования. Измерения проводятся путем постепенного изменения температуры образцов и фиксации изменений их сопротивления. Результаты этих измерений позволяют точно определить ТКС и ширину запрещенной зоны, что необходимо для дальнейшего использования материалов в различных приложениях. Формула для расчета ширины запрещенной зоны материала в зависимости от температуры представляет собой следующее выражение:

$$E_g(T) = E_g(0) - (\alpha T^2 / (T + \beta))$$

Методика проведения экспериментов подразумевает строгое соблюдение условий измерений для получения точных данных. Используется оборудование, позволяющее точно контролировать температурные режимы, что критично для исследования ТКС и ширины запрещенной зоны. Процесс включает в себя этапы нагрева и охлаж-

дения образцов, при которых ведется непрерывная запись показателей сопротивления материалов.

Обсуждение результатов показывает, что сопротивление проводников и полупроводников изменяется по различным законам. Это связано с их уникальной зонной структурой и различиями в подвижности и концентрации носителей заряда. У проводников линейная зависимость $R = f(t)$, тогда как у полупроводников — нелинейная, что демонстрирует более сложные процессы в их кристаллических решетках при изменении температур.

В заключение, результаты данной работы могут быть применены при разработке новых материалов с заданными характеристиками. Изучение температурных коэффициентов сопротивления и ширины запрещенной зоны даёт возможность оптимизировать производство электронных компонентов, улучшая их производительность и надежность. Это также открывает путь для инноваций в области создания материалов с особыми свойствами, адаптированных под конкретные промышленные и технологические нужды. В качестве ключевого аспекта рассматривается взаимосвязь между электронной конфигурацией атомов и электрическими характеристиками материалов. Это знание находит практическое применение в разработке полупроводниковых устройств, таких как транзисторы и диоды, где точное управление электропроводностью является критически важным. Изучение температурных коэффициентов сопротивления и свойств полупроводников играет важную роль в научных исследованиях и промышленном применении. Полученные знания способствуют улучшению свойств материалов, что ведет к инновациям в самых различных областях, от микроэлектроники до космической индустрии.

Список литературы

1. Тюрин Ю.И., Чернов И.П., Крючков Ю.Ю. Физика. Ч.2. Электричество и магнетизм: Учебное пособие для технических университетов. — Томск: Изд-во Том. ун-та. 2003. — 738 с.
2. Курс физики: Учебное пособие для студ. втузов/А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. — 5-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 720 с.

3. В.В. Ларионов, В.И. Веретельник, Ю.И. Тюрин, И.П. Чернов. Физический практикум. Ч.2: Электричество и магнетизм. Колебания и волны: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. — 258 с.
4. <https://studfile.net/preview/9687672>
5. https://physics.spbstu.ru/userfiles/files/Lab_2_02_Tech.pdf
6. [https://portal.tpu.ru/departments/kafedra/of/student/metod/Electricity/2-05_2018_\(103\).pdf](https://portal.tpu.ru/departments/kafedra/of/student/metod/Electricity/2-05_2018_(103).pdf)
7. <https://studfile.net/preview/10067740>

ТИТАН И ЕГО ВАЖНОСТЬ В МЕТАЛЛУРГИИ

Лашманова М.В., Каляшина А.А.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В работе рассмотрена история открытия титана, путь его развития от неизвестного никому металла до одного из самых полезных материалов на Земле.

Автор перечисляет физические и химические свойства титана.

Рассказывается, что такое титан, как его получить и почему, как замечает в дальнейшем автор, он имеет полное право носить звание «металл будущего».

В полной мере раскрывается важность титана в различных сферах жизни общества, а особенно — в металлургии.

Ключевые слова: титан, металлургия, сплав, металл, рутил, ильменит, «металл будущего».

Титан — химический элемент четвёртой группы, четвёртого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 22. Относится к переходным металлам.

Титан — лёгкий, пластичный, серебристо-белый металл.

История открытия:

История титана начинается ещё в 1791 году. Впервые его обнаружил Уильям Грегор — британский минералог и священник. Однажды во время исследований в Корнуэлле он заметил в минерале ильменит странную песчаную руду чёрного цвета. Позже он определит, что в составе руды был оксид железа и один неизвестный металл, — что впоследствии и будет назван титаном.

Неожиданно, но приблизительно в то же время Мартин Генрих Клапрот из Германии обнаружил титан в минерале рутил и назвал его в честь титанов из греческой мифологии.

Такое открытие дало возможность дальнейшим исследованиям и разработкам относительно титана. Благодаря им титан широко используется и по сей день.

Но только в 1940-х годах удалось добиться выгодного способа промышленного получения металлического титана. И он стал использоваться в самых разных областях жизни человека.

Физические свойства титана:

- 1) Хорошая теплопроводность.
- 2) Относительно плохая электропроводность.
- 3) Так как это переходный металл — способен образовывать соединения с широким диапазоном степеней окисления.
- 4) Пластичный, сваривается в инертной атмосфере.
- 5) Имеет высокую вязкость.
- 6) Прочность.

Химические свойства титана:

- 1) Устойчив к коррозии благодаря оксидной плёнке на поверхности.
- 2) Титан устойчив к воздействию щелочей, растворов хлора.
- 3) Легко реагирует со слабыми кислотами в присутствии комплекссообразователей.
- 4) Стружка титана способна к самовозгоранию.

Добыча титановых руд:

Минералов, содержащих титан, свыше сотни. Но чаще всего его получают из двух руд: рутил (TiO_2) и ильменит (FeTiO_3). Найти их можно в открытых и наземных карьерах. Ильменит найти легче и его количество в Земле больше, но относительно рутила он грязнее.

В России крупнейшими месторождениями титановых руд являются Ярегское месторождение (Республика Коми), Туганское месторождение (Томская область).

Получение титана:

1. Магнито-термический процесс.

Руду, содержащую титан, перерабатывают в диоксид, который в свою очередь при очень высокой температуре подвергают хлорированию в углеродной среде. После получившийся хлорид титана восстанавливают магнием. Далее металл при высокой температуре нагревают в вакуумном оборудовании. Хлорид магния и магний испаряются — остаётся титан с множеством пустот и пор. Такой титан переплавляют и получается качественный металл.

2. Электролизный метод.

Высокая сила тока действует на диоксид или хлорид титана — происходит разложение соединений.

3. Йодидный метод.

Взаимодействие диоксида титана с парами йода. Под воздействием высокой температуры получается титан, — очень чистый без примесей и добавок.

4. Гидридно-кальциевый метод.

Гидрид титана разделяют на два компонента: титан и водород. Делается это в вакууме при высоких температурах. Получается оксид кальция, что потом проходит отмывку слабыми кислотами.

Применение титана:

Благодаря антикоррозионным свойствам и высокой жаростойкости титан хорошо подходит для изготовления современной техники. А его сплавы для самолётостроения, судостроения, ракетостроения и авиастроения.

Двуокись титана входит в состав многих лекарственных препаратов (мази против кожных заболеваний). А также применяется при производстве сварочных электродов.

Титановые сплавы и сам титан нашли применение в следующих сферах: электроника, ядерная техника, гальванотехника, пищевая и химическая промышленность, цветная металлургия, военная техника, энергетика, медицина, машиностроение.

Он широко применяется в металлургии как легирующий элемент в производстве жаростойких и нержавеющей сталей. Сами титановые сплавы также часто легируют алюминием — повышается прочность, жаростойкость, увеличивается термическая стабильность.

Азотирование или цементация способна повысить износостойкость титановых сплавов.

Чтобы найти новые свойства или улучшить уже имеющиеся, титан соединяют с различными элементами таблицы Менделеева. И даже сейчас всё ещё появляются новые титаносодержащие сплавы.

Список литературы

5. <https://rostec.ru/news/titan-metall-budushchego/?ysclid=lupott21fi976879925>

6. <https://metalspace.ru/education-career/education/referat/639-metallurgiya-titana.html>

7. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_\(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82))

8. <https://cu-prum.ru/titan1.html?ysclid=luqryzpt2v326598008>

9. <https://ancond.ru/about/news/chto-takoe-titan.html?ysclid=lupour23eq48034846>

10. https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fcyberleninka.ru%2Farticle%2F%2Ftitan-i-ego-splavy-v-mashinostroenii&cc_key=

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ — «ПОЛЕЗНАЯ» РАДИАЦИЯ

Остроглазова М.Д., Жук Ю. Н.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выхса*

Аннотация. Рентгеновские лучи являются радиацией, но миллионы рентгеновских снимков делаются каждый год по всему миру. Излучение

активно работает на человека в самых разнообразных сферах: от промышленности до искусства. Некоторые открытия так и не были бы сделаны, если бы не X-лучи. Так что же это такое, и почему, несмотря на «вредность», используется на постоянной основе в современном мире?

Ключевые слова: рентгеновское излучение, рентгеновская трубка, ионизация, дифракция, флуоресценция.

Главный источник жизни на Земле — солнечная энергия, приносимая на нашу планету светом. Под светом обычно подразумевают воспринимаемое человеческим глазом электромагнитное излучение, которое испускается нагретым или находящимся в возбуждённом состоянии веществом [5]. Но видимый нами свет составляет лишь небольшую часть существующих в природе лучей. Инфракрасный нагрев тел, появление загара благодаря ультрафиолету, передача человеческой речи и музыки на очень большое расстояние радиоволнами, разрушительное действие ядерных взрывов — результат существования иных волн. Все они имеют одинаковую природу, связанную с электрическими и магнитными явлениями, излучаются Солнцем, поэтому под светом можно понимать не только видимый свет, но и примыкающие к нему широкие области спектра [1].

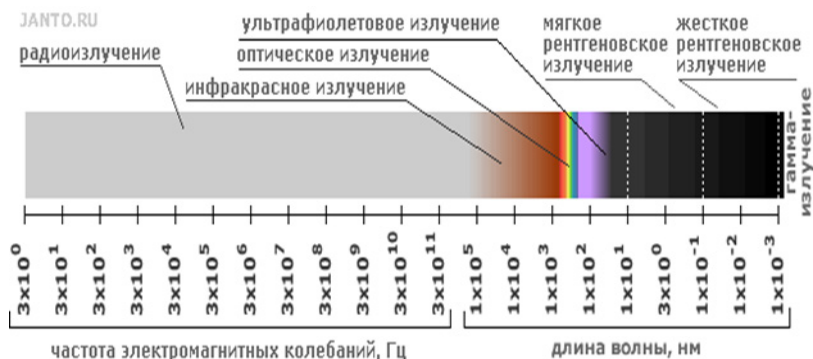


Рисунок 1. Спектр электромагнитных излучений [6]

А что можно сказать про рентгеновские лучи? Скорее всего, многие из вас даже не задумывались над тем, что ваша встреча с подобным излучением случилась намного раньше, чем была сделана первая флюоро-

графия в поликлинике. Радиация рентгеновского характера существует с тех самых пор, как появился свет, наряду с другими вышеупомянутыми лучами. Она представляет собой электромагнитное излучение, занимающее спектральную область между γ - и УФ-излучением в диапазоне волн от $\lambda 10^{-12}$ до 10^{-7} м [2]. Каждый человек ежедневно подвергается облучению космическими лучами и радиацией от других источников — радиоактивные вещества естественным образом присутствуют в воздухе, почве, воде, камнях и растениях. Рентгеновские волны не являются безвредными, в естественной среде от них не укрыться, но уровень вреда настолько мал, что им можно пренебречь [7].

Излучение было случайно открыто в 1895 году физиком из Германии Вильгельмом Конрадом Рентгеном. Однажды ученый проводил эксперименты с использованием вакуумной катодной трубки в лаборатории. Поздно ночью было принято решение отправиться домой. После выключения света в комнате Рентген заметил, что при работающей катодной трубке на соседнем столе засветился покрытый кристаллами циано платината бария экран, а если обесточить устройство, то свечение моментально исчезало. В этот день эксперименты продолжились, и впоследствии Рентген заявил об X-лучах. Это открытие было отмечено в 1901 г. первой в мире Нобелевской премией по физике.

Согласно законам электродинамики, при торможении любого движущегося электрического заряда возникает электромагнитное излучение. Если заряженная частица обладает большой кинетической энергией и испытывает резкое торможение, то возникает электромагнитное излучение рентгеновского диапазона [2]. Такой принцип действия заложен в современной рентгеновской трубке, а ее прототип создал американский физик Уильям Кулидж.

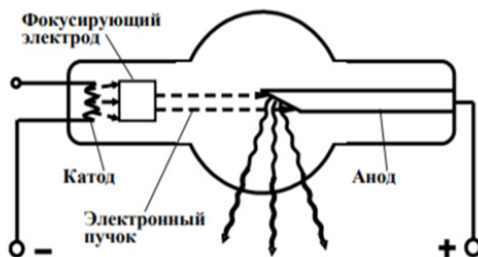


Рисунок 2. Рентгеновская трубка [2]

Устройство состоит из стеклянного корпуса, катода (вольфрамовой спирали) и анода (металлического стержня с пластиной). Через катод пропускается электрический ток, а между катодом и анодом подаётся высоковольтное напряжение в десятки тысяч вольт. Вольфрамовая спираль нагревается, из-за чего электроны вылетают от нее, сильно разгоняясь и приобретая кинетическую энергию, летят к аноду. Там их встречает пластина-мишень, которая установлена под углом, чтобы лучи рикошетили в сторону, а не летели обратно к катоду. Для волн предусмотрено бериллиевое окошко, выполненное в виде очень тонкой пластины. Бериллий — легкий щелочноземельный металл, который практически не поглощает излучение, в связи с чем, минимизирует «потерю» рентгеновских лучей. Это необходимо, так как всего лишь 1% энергии пойдёт на образование лучей, остальные 99% переходят в тепло. Кстати, поэтому анод в устройстве следует дополнительно охлаждать [4]. Так как летящие электроны теряют энергию от взаимодействия с молекулами воздуха, в трубке создается сильный вакуум.

Современные исследования показали, что помимо тормозного излучения, описанного ранее, существует характеристическое. Механизм последнего связан с возбуждением атомов внутренних электронных оболочек анода, и зависит от его материала [8]. Тормозное же определяется энергией электронов. При огромных скоростях наблюдаются оба излучения.

Рентгеновские лучи с большой длиной волны задерживаются самым тонким слоем вещества, а с короткой могут проходить через самые тяжелые металлы [1]. Характеристика проникающей способности (жесткость) увеличивается прямо пропорционально напряжению между электродами.

Способность проникать и поглощаться веществами является основной причиной использования X-лучей в медицинском диагностическом. Кости, жир, жидкости тела, мышцы, соединительная ткань и прочее по-разному пропускают рентгеновы лучи. Воздух поглощает меньше всего, поэтому заполненные им полости, например, легкие, на снимках выглядят самыми темными. Настроенный на подходящую волну рентген-аппарат существенно помогает выявлять множество аспектов здоровья, начиная от переломов костей и заканчивая распознаванием различных видов опухолей.

Стоит развеять миф, утверждающий о вредности рентгеновского исследования. Одно облучение грудной клетки не превышает количество радиации, полученное за 10 дней от окружающей среды в обычных условиях [9]. Это ничтожно мало и безопасно, конечно, если делать радиоактивную диагностику по назначению врача с учетом периодичности, дозы и времени облучения.

Кроме того, рентгеновы лучи используют для лечения! Х-волны вызывают ионизацию вещества. Ионизация — процесс расщепления нейтральных молекул на ионы и электроны [10]. Жесткое излучение убивает раковые опухоли, но, к сожалению, неизбежны побочные эффекты. Медицина не стоит на месте — изобретаются новые направления в радиационной онкологии, совершенствуются технологии лучевого лечения. Уже сейчас терапия проходит без наркоза, зона высокой дозы облучения точно соответствует форме опухоли, а количество лучей строго контролируется. С прогрессом лечение становится эффективным и безопасным.

Наряду с медициной радиоактивные волны получили широкое использование в различных методах анализа в науке и технике.

В 1912 году немецкие физики М. Лауэ, В. Фридрих и П. Книппинг открыли явление дифракции рентгеновских лучей на атомной решетке кристаллов. Дифракция — отклонение волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия и огибание волной малых препятствий [11]. Это стало основой рентгеноструктурного анализа (РСА) — метода получения информации о строении вещества.

Следующий метод — рентгеноспектральный анализ (РСФА), который показывает состав исследуемого образца по спектру излучения и применяется для оперативного неразрушающего контроля веществ или поверхностей [12]. Когда внутренние оболочки атомов объекта приходят в фотонное возбуждение, регистрируют возникающую при этом флуоресценцию. Флуоресценция — способность некоторых веществ преобразовывать полученную энергию и делаться самосветящимися под влиянием стороннего источника облучения [13].

Третий анализ, рассматриваемый в этой статье, основан на уже знакомой нам различной проникающей способности. Рентгеновская дефектоскопия выявляет различные неоднородности материа-

лов: раковины, поры, трещины, непровары в сварных швах, инородные включения и т.д. [3].

В современном мире необходимо принимать меры для защиты от террористов и преступников. В этом вопросе на помощь приходит рентген-интероскоп. Он легко и быстро обнаруживает запрещенные и опасные предметы и вещества. Принцип работы так же основан на физических свойствах рентгеновских лучей: пропускная способность, разное поглощение излучения веществами, вызывание лучами свечения некоторых химических соединений. Такой подход позволяет в достаточной мере получить необходимую информацию, на основе которой специальная программа или оператор могут сделать выводы.



Рисунок 3. Изображение с интроскопа [14]

Нужно сказать, что интроскоп абсолютно безопасен для людей. Помимо малой энергии действия, аппарат имеет толстые стенки корпуса и специальные защитные шторы с добавлением свинца, поэтому выход радиации предотвращен [15]. Почему свинцом? Потому что из-за своей плотности он хорошо поглощает рентгеновские лучи, у элемента высокий атомный вес, большой порядковый номер в таблице Менделеева, стабильные изотопы. Для защиты от радиоактивности используют фартуки, перчатки, ширмы из резины и свинца в составе, флуоресцирующий экран со стороны исследователя покрывается просвинцованным стеклом.

Аналогично досмотру багажа в аэропорту изучаются картины: просветив лучами полотно, можно говорить об уникальности, подлинности работы и об её особенностях хранения. Эффект флуоресценции показывает всё, что скрывается под верхним слоем краски.

Будьте осторожными, если вы решите размотать скотч в вакууме. Еще в 50-е годы советские физики выяснили, что при таких условиях липкая лента способна излучать рентгеновское излучение — побочный эффект разрыва межмолекулярных связей. В 2008 году исследователи из Калифорнийского университета повторили опыт и сумели с помощью лучей от скотча сделать полноценный рентгеновский снимок! Сегодня это явление ещё изучается. По словам исследователей, новое открытие поможет создать портативные рентген-аппараты, которые будут работать без электроэнергии и использоваться там, где получение излучения возможно только с помощью механического (а, может, и ручного) привода [16].

Уже ряд открытий сделан учёными, использовавшими X-лучи как инструмент. Многие исследования отмечены Нобелевской премией. Вот несколько из них:

В 1906 г. Ч. Г. Баркла открыл характеристическое рентгеновское излучение химических элементов и объяснил флуоресцентную составляющую этого излучения.

Обнаруженная дифракция рентгеновских лучей в 1912 году сыграла решающую роль в открытии структуры ДНК в 1950-х годах.

У Л. Брэггу удалось узнать точное расстояние от первого до следующего слоя атомных групп, подобному первому, что позволило кристаллографии основываться на точных сведениях о расположении атомов внутри кристалла.

Р. Джаккони открыл источник рентгеновского излучения в космосе, создал рентгеновскую астрономию и изобрел рентгеновский телескоп [17].

Страшно представить, на каком уровне развития сейчас находилось бы человечество, если X-лучи не были бы открыты Рентгеном. Вес случайности равен весу нескольких ценных открытий. Да, рентгеновские волны могут вызывать повреждения клеток, но обгореть на солнце намного опаснее, чем ежегодная флюорография. Невидимое для человеческого глаза излучение, способное проходить сквозь предметы и живое тело, казалось фантастикой в 19 веке, а сегодня является основой многих технологий, ценным фундаментом для новых открытий, а и порой жизненно необходимым явлением.

Список литературы

1. Жданов Г.С. Рентгеновы лучи. — Москва — Ленинград: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949. — 33 с.
2. Петрушанский М.Г. Основы физики ионизирующих излучений: учебное пособие/М.Г. Петрушанский. — Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. — 129 с.
3. Романова И.В., Русанова И.А., Семакин А.С., Храмов А.С.
4. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгеноструктурный и рентгеноспектральный анализ. (Элементы теории, руководство и задания к лабораторным работам). Учебно-методическое пособие для студентов Института физики / И.В. Романова, И.А. Русанова, А.С. Семакин, А.С. Храмов // Казань: К(П)ФУ. — 2019. — 149 с.
5. Химич М.А. Введение в рентгеноструктурный анализ : учеб. пособие. — Томск : Издательство Томского государственного университета, 2022. — 88 с.
6. <https://infourok.ru/vidi-izlucheniya-shkala-elektromagnitnih-izlucheniya-1633378.html>
7. <https://janto.ru/repository/018/03.html>
8. <https://negatoscope.ru/unique-tech/bezopasen-li-rentgen/>
9. <https://new-science.ru/chto-takoe-rentgenovskie-luchi/>
10. https://biota.ru/admin/magazine/2016/БиОТ_1_2016.pdf
11. <https://lc.rt.ru/classbook/fizika-10-klass/elektricheskii-tok-v-razlichnyh-sredah/6210>
12. <https://radiosurgery ldc.ru/stati/sovremennaya-luchevaya-terapiya-informatsiya-dlya-patsienta>
13. <https://infourok.ru/laboratornaya-rabota-po-teme-nablyudenie-interferencii-i-difrakcii-sveta-5755164.html>
14. <https://ru.wikiquote.org/wiki/Флюоресценция>
15. <https://1cpbo.ru/stati/kak-rabotayut-introskopy.html>
16. <https://rostec.ru/news/kak-eto-rabotaet-introskop/>
17. <https://lenta.ru/news/2008/10/23/xray/>
18. https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/435641/V_K_Rentgen_geniy_prostoty_i_tochnosti_eksperimenta

КОФЕ — ПИТЬ ИЛИ НЕ ПИТЬ?

Стороженко Е.А.

*Государственное образовательное учреждение «Приднестровский
государственный медицинский колледж имени Л.А. Тарасевича»,
г. Бендеры*

Аннотация. Кофе один из любимых напитков, многие люди не представляют свою жизнь без чашечки кофе с утра. Его потребление увеличивается по всему миру. В работе раскрыто положительное и отрицательное влияние кофе на здоровье человека. Полученные данные могут помочь людям принимать информированные решения о своем потреблении кофе.

Ключевые слова: кофе, фильтр-кофе, кофеварка, френч-пресс, аэропресс.

Кофе — это не просто напиток, это целая культура, которая имеет богатую историю, насчитывающую тысячелетия. История кофе началась в древности, в регионе, который сейчас известен как Эфиопия. По легенде, кофе был обнаружен пастухом по имени Кальди, который заметил, что его козы становились более бодрыми после того, как они поедали плоды некоего кустарника. Кальди поделился этим открытием с монахами, и они начали использовать плоды для приготовления напитка, который помогал им бодрствовать во время молитв.

От Эфиопии зерна кофе путешествовали в Аравию и затем в Турцию, где они стали использоваться для приготовления напитка, известного как «кава». Напиток быстро стал популярным и начал распространяться по всей Османской империи и за ее пределами.

В XVI веке кофе был впервые введен в Западную Европу благодаря венецианским торговцам. Первые кофейни были открыты в Вене и Венеции, и они стали местами общественных встреч и дискуссий. Вскоре кофе стал популярным напитком среди европейцев, и кофейни стали неотъемлемой частью городской жизни.

С появлением колониальных империй кофейные плантации были созданы в различных уголках мира, таких как Бразилия, Колумбия и Эфиопия.

Кофе — это один из самых популярных напитков в мире, и его разнообразие поражает даже самых искушенных ценителей. Различные виды и сорта кофе отличаются не только вкусом и ароматом, но и способом обработки и выращивания зерен. Давайте ближе познакомимся с разнообразием этого удивительного напитка.

1. Arabica — самый распространенный вид кофе, который предпочитают более 60% ценителей. Он выращивается на высоких горных склонах и имеет нежный аромат с легкой кислинкой. Арабика чаще всего имеет сладкий, гладкий вкус с оттенками фруктов и цветов.

2. Robusta — менее распространенный вид кофе, но его острый и насыщенный вкус делает его популярным среди любителей крепкого напитка. Робуста имеет более высокое содержание кофеина и обладает горьким оттенком с пряными нотками.

3. Liberica — экзотический вид кофе, происходящий из редких сортов растений. Этот кофе имеет необычный вкус с древесными и земляными нотками. Liberica не так легко найти на прилавках магазинов, но он обязательно порадует ценителей нестандартных вкусов.

4. Excelsa — вид кофе, который часто используется для придания напитку уникального аромата и вкуса. Он имеет яркий цвет и необычный аромат с оттенками фруктов и пряностей [3].

Независимо от предпочтений каждого человека, мир кофе предлагает огромное разнообразие видов и сортов, способных удовлетворить самые изысканные вкусовые предпочтения. Исследуйте, пробуйте и открывайте для себя новые ароматы и вкусы кофейного мира!

Кофе — это любимый напиток многих людей по всему миру. Его аромат и вкус способны разбудить нас утром и подарить немного уюта в любое время дня. Нет ничего лучше, чем насладиться чашечкой ароматного кофе, который приготовлен именно по вашему вкусу. В этой статье мы рассмотрим несколько популярных способов приготовления кофе и поделимся с вами лучшими рецептами.

1. Фильтр-кофе. Один из самых простых и популярных способов приготовления кофе — это использование фильтра. Для этого вам понадобится кофейный фильтр, молотый кофе и горячая вода. Налейте воду в фильтр, добавьте кофе и дайте напитку процедиться. Готово!

2. Кофеварка. Если у вас есть кофеварка — приготовление кофе станет еще проще. Просто налейте в кофеварку воду, добавьте кофе

в специальный отдел и нажмите кнопку. Через несколько минут у вас будет готовый кофе.

3. Френч-пресс — это отличный способ приготовления кофе для тех, кто ценит насыщенный вкус и аромат напитка. Просто добавьте молотый кофе во френч-пресс, залейте горячей водой, накройте крышкой и дайте настояться несколько минут. Наслаждайтесь!

4. Аэропресс — это еще один популярный способ приготовления кофе. Положите кофе в специальный цилиндр, залейте горячей водой и прокрутите поршень. Наслаждайтесь свежим и ароматным кофе!

Теперь у вас есть несколько способов приготовления кофе, из которых вы можете выбрать тот, который больше всего вам подходит. Попробуйте разные варианты и наслаждайтесь каждой чашечкой этого прекрасного напитка.

Кофе — это один из самых популярных напитков в мире, который любят многие люди за его бодрящие свойства и приятный вкус. Но, помимо этого, кофе также имеет ряд положительных влияний на наше физическое и психическое здоровье, о чем свидетельствует множество научных исследований.

1. Бодрость и повышение эффективности. Одним из основных свойств кофе является его способность повышать бодрость и улучшать когнитивные функции. Кофеин, который содержится в кофе, стимулирует центральную нервную систему, улучшая реакцию, концентрацию и внимание.

2. Антиоксиданты. Кофе содержит большое количество антиоксидантов, которые защищают клетки от повреждений, связанных с окислительным стрессом. Это помогает предотвратить развитие различных заболеваний, таких как рак, диабет и сердечнососудистые заболевания.

3. Снижение риска развития некоторых заболеваний. Исследования показывают, что употребление кофе связано со снижением риска развития некоторых заболеваний, таких как болезнь Паркинсона, диабет типа 2 и даже депрессия.

4. Улучшение физической выносливости. Кофеин способствует расщеплению жировых клеток, что может улучшить физическую выносливость и ускорить процесс сжигания жира во время тренировок.

5. Защита от деменции. Исследования показывают, что регулярное употребление кофе может снизить риск развития болезни Альцгеймера и других форм деменции [2].

В заключение, хочу добавить к вышесказанному, что умеренное употребление кофе может оказать положительное влияние на организм, благодаря своим стимулирующим свойствам, антиоксидантам и защите от различных заболеваний. Однако, как и с любым другим продуктом, важно не злоупотреблять кофеином и учитывать индивидуальные особенности своего организма.

Одним из основных аргументов против употребления кофе является его способность вызывать нервозность, бессонницу и повышенное артериальное давление у некоторых людей. Кроме того, регулярное употребление кофе может привести к развитию зависимости, что может оказывать негативное воздействие на психическое и физическое здоровье.

Другим аспектом отрицательного влияния кофе на организм является его способность увеличивать выработку желудочного сока, что может привести к развитию желудочных проблем, таких как изжога и гастрит.

Кроме того, кофеин, который содержится в кофе, может оказывать отрицательное влияние на сердечнососудистую систему, увеличивая риск развития сердечных заболеваний и повышения уровня холестерина в крови.

Таким образом, несмотря на отрицательное влияние кофе на организм, решение о его употреблении должно быть индивидуальным, опираясь на особенности здоровья и реакции организма. Умеренное потребление кофе может принести как пользу, так и вред, поэтому важно следить за количеством употребляемого напитка и внимательно наблюдать за реакцией своего организма.

В мире постоянно растет потребление кофе и темпы его производства. Поэтому на рынке постоянно появляются новые марки кофе. Самыми популярными являются «Nescafe (Gold, Classic)», «Jacobs», «Жокей», «Jardin».

Nescafe — крупнейшая в мире торговая марка растворимого кофе компании Nestle, впервые представленная 1 апреля 1938 года. Исследования 2014 года показало высокое содержание токсина бензапире-

на в растворимом кофе Nescafe Premium. Состоит из смеси двух сортов Арабики и Робусты.

Химический состав продукта: Калорийность — 45 ккал; Белки — 7.8 г; Углеводы — 3.1 г; Пищевые волокна — 0 г; Вода — 0 г.

Jacobs — бренд кофе, созданный в 1895 году в Германии предпринимателем Иоганном Якобсом. Состоит из смеси Арабики и Робусты. Химический состав продукта: Калорийность — 101 ккал; Белки — 14.6 г; Жиры — 0.1 г; Углеводы — 10.3 г; Пищевые волокна — 0 г; Вода — 0 г

Жокей — самая известная российская марка кофе. В бренде представлены все известные виды кофе: в зёрнах; молотый; кофейные миксы; порошковый и т.д.. Состоит из изысканных сортов Арабики. Химический состав продукта: Калорийность — 417 ккал; Белки — 4.6 г; Жиры — 12 г; Углеводы — 73 г; Пищевые волокна — 0 г; Вода — 0 г.

Jardin — появившийся в 2007 году кофе, швейцарской компанией. Молодой премиум бренд, не так давно появившийся на рынке. Состоит из пяти сортов Арабики — Суматры, Гватемалы, Коста-Рики, Колумбии. Химический состав продукта: Калорийность — 92 ккал; Белки — 15 г; Жиры — 3 г.

На сегодняшний день многие люди не могут представить своё утро без чашечки ароматного кофе. Мне стало интересно, как часто студенты медицинского колледжа употребляют кофе и как кофе влияет на их организм. Я провела небольшой социологический опрос, среди студентов моей группы.

90% опрошенных пьют кофе, 62% пьют одну чашку кофе в день; а 28% пьют, более трех чашек кофе в день, 41% начинает чувствовать дискомфорт после четвертой чашки, а 18% чувствуют дискомфорт после второй чашки. 65% студентов считают кофе не полезным и 68% предпочитают растворимый кофе.

Сегодня кофе является одним из самых популярных напитков в мире, и его разнообразие и культурное значение стали неотъемлемой частью многих культур [1].

Итак, стоит ли пить кофе? Все зависит от индивидуальных особенностей организма. Если вы чувствуете, что кофе влияет положительно на вашу продуктивность и самочувствие, а также не испытываете негативных последствий, то умеренное употребление этого

напитка вполне безопасно. Однако важно помнить о мере и не злоупотреблять кофе для сохранения здоровья.

Список источников

1. Джессика Исто «Крафтовый Кофе. Руководство по приготовлению вкусного кофе дома» — М.: Кулинар, 2018.-С.186
2. Колин Хармон «Что я знаю о работе кофейни» — М.: Кулинар, 2019.-С.112.
3. Тамито Айхара: Кофейный дневник — Санкт-Петербург, Кулинария, 2014. — С216.

СЕКЦИЯ — МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КАЛИБРОВКИ ТРУБ ДИАМЕТРОМ 245ММ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ КРИВИЗНЫ В УСЛОВИЯХ ТЭСА 203-530

Бычков И.А.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. *Исследована компоновка оборудования калибровочного стана и схема калибровки овал-круг. Проведён анализ причин возникновения кривизны по периметру и длине трубы. В работе рассматривается возможность оптимизации процесса калибровки с целью уменьшения кривизны в группе калибровочных клеток.*

Ключевые слова: *калибровка, сварная труба, кривизна, овальность труб*

На Выксунском металлургическом заводе разработана и освоена промышленная технология изготовления стальных электросварных труб для строительства магистральных газонефтепроводов. В настоящее время ТЭСЦ-3 производит трубы диаметром от 203 до 530 мм, с толщиной стенки от 4 до 12,7 мм.

Стальные сварные трубы диаметром 203-530 производимые на АО «ВМЗ», предназначены для строительства магистральных, промысловых и технологических трубопроводов различного назначения.

Калибровочный стан линии ТЭСА 203-530 АО «ВМЗ» предназначен для выравнивания геометрических параметров труб. Параметрами калибровки труб являются: периметр трубы после каждой клетки и диаметр готовой трубы.

Работа калибровочного стана осуществляется по одной технологической схеме, основанной на создании прямолинейной нижней образующей трубы в калибровочном стане. Прямолинейность труб

обеспечивается за счет перемещения правильных головок в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

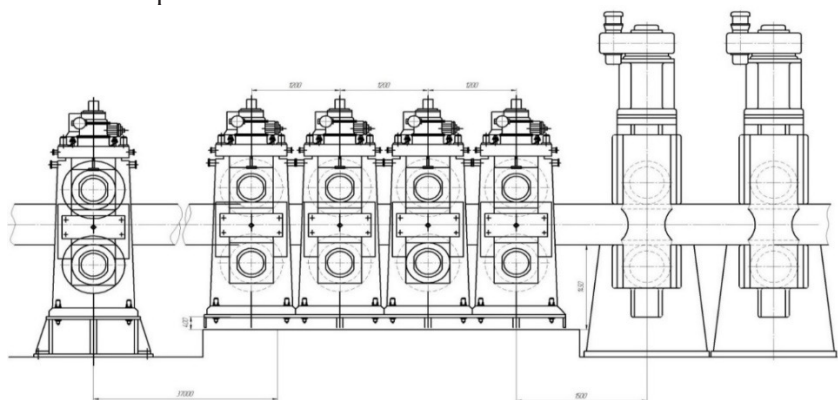


Рисунок 1. Калибровочный стан

Однако, трубы после сварочного стана поступают в группу калибровочных клеток с кривизной по периметру и длине, превышающие возможность калибровочного стана, где осуществляется их калибровка и правка. В группу калибровочных клеток стана входят стабилизирующая, пять калибровочных и две правильные клетки. Допускается работа тремя или четырьмя калибровочными клетями. Сборка и настройка клеток калибровочной группы стана производится на стенде на отдельном участке. Работа калибровочного стана осуществляется по одной технологической схеме, основанной на создании прямолинейной нижней образующей трубы в калибровочном стане. Правка труб по длине осуществляется перемещением головок в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Параметром калибровки является диаметр готовой трубы.

Схема калибровки установлена на основании двух положений — учета параметров редуцирования профилей заготовки по длине очага калибровки и формоизменения замкнутых профилей сварной трубной заготовки по схеме «круг в сварочном калибре» — «овал с большей вертикальной осью в первой калибровочной клет» — «овал с большей горизонтальной осью во второй калибровочной клет» — «круг в третьей калибровочной клет» — «чистовой круг» — диаметр трубной заготовки в правильной клет»

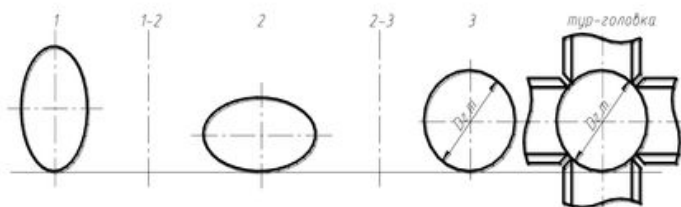


Рисунок 2. *Схема изменения овальности калибров клеток калибровочного стана*

При образовании кривизны в процессе производства происходит отклонение от прямолинейности, при котором не все точки, лежащие на геометрической оси трубы, одинаково удалены от горизонтальной или вертикальной плоскости, иначе говоря кривизна — это отклонение от теоретической окружности по периметру. На образование кривизны влияют такие процессы как влияние сварочного процесса.

Появлением напряжений и искажений сопровождается любое силовое воздействие на металлическое изделие. Силу, которая оказывает давление на единицу площади называют напряжением, а нарушение целостности форм и размеров в результате силовой нагрузки называют деформацией.

Довольно часто при охлаждении изделий, выполненных из высокоуглеродистых и легированных стальных сплавов при нарушается зернистая структура металлов и размеры самих деталей.

В результате меняется первоначальный объем металла, что, собственно, и поднимает внутреннее напряжение;

1) Неравномерный прогрев. В процессе сварки нагревается только задействованный участок металла, при этом он расширяется и оказывает влияние на менее нагретые слои. Образующаяся вследствие прерывистого прогрева высокая концентрация напряжений в сварных соединениях в основном зависит от показателей линейного расширения, степени теплопроводности и температурного режима. Чем выше эти показатели, тем меньшей является теплопроводность металла и соответственно возрастают риски неточностей сварочном шве;

2) Литейная усадка, когда объем металла заметно уменьшается из-за его кристаллизации. Объясняется это тем, что в расплавлен-

ном металле под влиянием усадки образуется сварочное напряжение, которое может быть одновременно поперечным и продольным.

Не только внешние силовые воздействия способны спровоцировать напряжение при сварке. Металлическим сплавам характерны также свои собственные напряжения и деформации, которые разделяются на остаточные и временные. Первые возникают вследствие пластичной деформации и даже после охлаждения конструкции они в ней остаются.

Деформации и напряжения, возникающие в результате сварки, подразделяют на временные — возникающие в процессе сварки, и остаточные — оставшиеся после полного остывания нагретой зоны трубы при условии превышения величиной внутренних напряжений значения предела текучести металла, а также на продольные и поперечные напряжения, вызывающие продольные и угловые деформации

При достижении величины внутренних напряжений уровня предела текучести в металле начинают происходить пластические деформации, приводящие к изменению формы и размеров свариваемого изделия. В результате неравномерного распределения температуры по периметру в сварном узле у нас возникает напряжение текучести, которое вызывает упруго-пластичные деформации, происходит изменение прикромочной зоны, вследствие чего возрастает вертикальная овальность оси трубы по краям, причем чем меньше толщина стенки, тем больше это изменение происходит, чем больше размер сортамента, тем больше необходимо приложить нагрузки.

Следовательно, для уменьшения кривизны необходимо оптимизировать процесс калибровки с учетом исходной формы трубы, подбирая необходимую величину обжатия для каждого случая.

Список литературы

1. Матвеев Ю.М. Производство сварных и бесшовных труб. Сборник статей, №11. — М.: Металлургия, 1969. — 185 с.
2. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство «Машиностроение», 1967. — 272 с.

3. Окерблом Н.О. Сварочные деформации и напряжения. Л.: Машгиз, 1948 — 271с.

4. Товмасын М.А., С.В. Самусев. Анализ изменения формы труб большого диаметра в процессе сборки и сварки //Черные металлы № 3. 2022. С. 31-38

5. М. А. Tovmasyan, S. V. Samusev. Experimental study of the change in ovality of large-diameter pipes taking into account the welding deformations effect// Chernye Metally. № 9. 2019. pp.43-48

6. Совершенствование технологии производства стальных прямошовных труб (сообщение 2) / В. С. Юсупов, А. В. Колобов, К. Э. Акопян [и др.] // Сталь. — 2015. — № 12. — С. 39-41. — EDN WBBKAZ

7. Компьютерное моделирование в программе QForm валковой формовки профиля из круглой сварной трубы / Д. В. Громов, И. Н. Ермаков, Л. В. Радионова, А. С. Свистун // Пром-Инжиниринг : труды VII всероссийской научно-технической конференции, Москва, Челябинск, Новочеркасск, Волгоград, Сочи, 17–21 мая 2021 года. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. — С. 176-179. — EDN SIEOZJ.

*Выражение благодарности научному руководителю
Товмасын М.А.*

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА РАБОТЫ ФОРМОВОЧНОГО СТАНА В ЛИНИИ ТЭСА 114–245

Васильев А.А., Галкин С.П.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выхса*

Аннотация. В работе изучена конструкция и принцип работы формовочного стана. Изучено основное технологическое оборудование трубоэлектросварочного ТЭСА 114–245, а также компоновка

формовочного стана 114–245. Проведен анализ непрерывной формовки трубной заготовки из штрипса.

Ключевые слова: *формовочный стан, клеть, стан 114-245.*

Оборудование цеха размещено в части существующего здания, состоящей из двух продольных рабочих пролетов, одного продольного вспомогательного пролета и двух поперечных пролетов, один из которых вновь построенных.

Ширина каждого продольного и поперечного рабочих пролетов — 36 м; вспомогательного — 13,9 м. Длина продольного пролета — 828 м, поперечного — 276 м. Производственная площадь цеха составляет около 85000 м².

Основное технологическое оборудование трубоэлектросварочно-го цеха № 5 состоит из:

- агрегата продольной резки рулонов;
- трубоэлектросварочного стана;
- комплекта оборудования трубоотделки;
- комплекта оборудования для изготовления муфт;
- комплекта подъемно-транспортного оборудования.

Для обслуживания участков трубоэлектросварочного цеха в каждом пролете установлены электромостовые краны грузоподъемностью от 8 до 20 тонн.

Предварительная настройка клеток формовочного стана производится на стендах, установленных на специальной площадке вне линии стана. После установки клеток в ТЭСА проверяется их положение по струне. Проверка положения калибров клеток проводится аналогично настройке клеток вне линии стана. При задаче штрипса в стан необходимо соблюсти его симметричное положение. Приподнятые в открытых клетях верхние валки постепенно опускаются с помощью прижимных механизмов по мере продвижения штрипса.

При настройке калибров клеток с закрытым профилем измеряется периметр трубной заготовки после каждой клетки. В случае несоответствия параметров трубной заготовки, производится регулировка валков, уменьшая или увеличивая калибр.

На рисунке 1 представлена компоновка формовочного стана, а на рисунке 3 — план расположения оборудования линии стана.

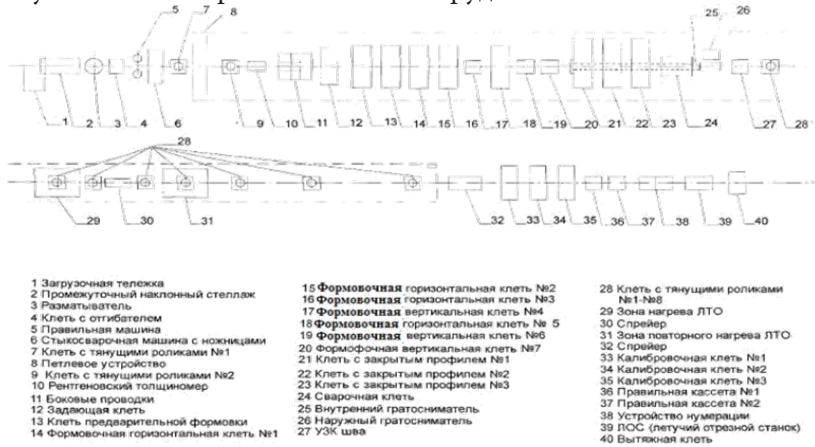


Рисунок 1. Компоновка формовочного стана линии ТЭСА 114-245

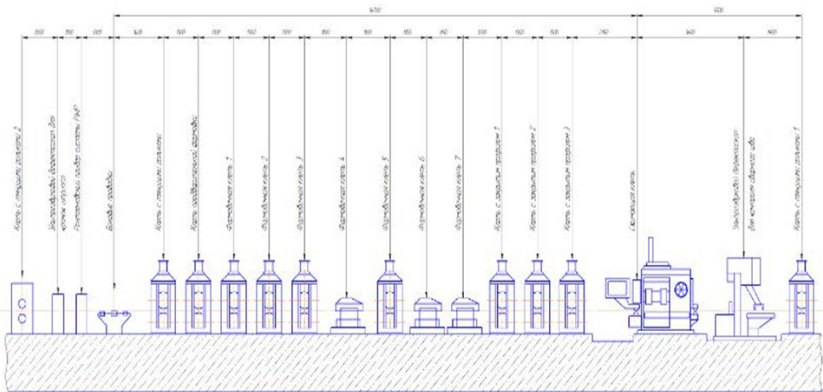


Рисунок 2. Схема расположения оборудования линии стана ТЭСА 114-245

Для непрерывной формовки в трубную заготовку штрипс задается в формовочный стан. Стан состоит из боковой проводки, задающей клетки, клетки предварительной формовки, четырех формовочных клеток с открытым профилем калибра, трех клеток с закрытым профилем и промежуточных клеток с вертикальными валками (эджерями).

Формовка осуществляется при прямолинейной нижней образующей.

Параметрами формовки являются: ширина штрипса, периметры трубной заготовки, измеряемые после третьей клетки с закрытым профилем калибра.

Для центровки штрипса по оси стана штрипс направляется через боковую проводку. Далее штрипс при помощи задающей клетки проходит через клеть предварительной формовки и формовочные клетки № 1, № 2, № 3.

Дальнейшая формовка штрипса происходит в клетях № 4, № 5, № 6, № 7.

Формовочная вертикальная клеть № 4 имеет неприводные спаренные боковые валки и нижний валок.

Формовочная клеть открытого типа представлена на рисунке 3а, а закрытого типа на рисунке 3б.

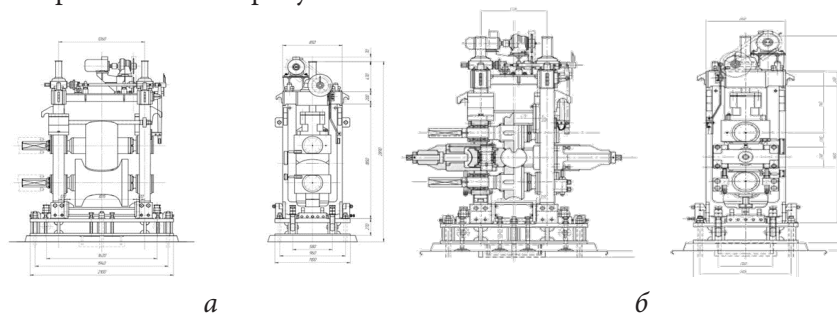


Рисунок 3. Формовочная клеть открытого(а) и закрытого(б) типа

Список литературы

1. Технологическая инструкция — Трубы стальные электросварные (ТЭСА 114-245) ТИ 58-ТР.ТС-01-2013;
2. Расчет технологических параметров и оборудования для различных компоновок непрерывных ТЭСА: Сборник задач — С.В. Самусев, А.Н. Фортунатов и др. — Выксунский филиал НИТУ МИСиС — 2009г.;
3. Машины и агрегаты трубного производства: Учебное пособие для вузов — А.П. Коликов, В.П. Романенко, С.В. Самусев и др. — М.: МИСиС, 2007г.;

4. Технология трубного производства: Учебник для вузов — В.Н. Данченко, А.П. Коликов, Б.А. Романцев и др. — М.: «Интермет Инжиниринг», 2002г.

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ АВАРИЙНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПЛК АГРЕГАТОВ СТАНА-5000

Волкова А.М.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема переполнения диагностического буфера в ПЛК Siemens simatic s7-400, которая приводит к аварийной остановке контроллера. Предпосылкой к изучению проблеме стала аварийная остановка агрегата «Ножницы продольной резки» холодного участка МКС-5000. Для сокращения времени диагностики при возникновении подобных ситуаций предлагается создать программу, которая оперативно показывает возникающие ошибки. В статье также присутствуют дальнейшие планы по разработке и использованию этой программы на других агрегатах с аналогичным ПЛК.

Ключевые слова: Контроллер, диагностика, программа, энкодер, алгоритм, датчик.

На данный момент нельзя представить промышленность без автоматизации, она реализуется при помощи контроллеров.

В процессе работы ПЛК получает большой объем данных. Эта информация сохраняется и отслеживается в диагностическом буфере (Diagnostic buffer) (Рисунок 1). Объем данного буфера ограничен (он зависит от версии CPU). При его заполнении, предыдущее сообщение удаляется и изменяется на новое. При переполнении буфера существует вероятность ухода контроллера в состояние STOP. Это происходит, при неоднократном повторении ошибки, когда алгоритм программы не может ее решить.

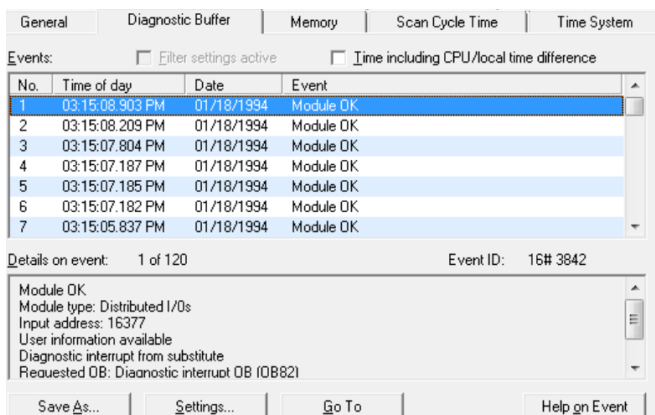


Рисунок 1. Окно диагностического буфера

Работа и функционал ПЛК строится на программном алгоритме. ОБ (organiztional block) создается для выполнения определенных ветвей программы. Именно при «застревании» программы на организационном блоке возникает проблема ухода контроллера в STOP.

В 2024 году на одном из агрегатов МКС-5000 произошла вышеописанная ситуация с ПЛК Siemens simatic s7-400. Данный сбой послужил причиной длительного простоя. На поиск причины аварийной остановки и её устранение обслуживающим персоналом было потрачено четыре часа. Хотя подобные ситуации возникают крайне редко, но требуют их оперативного решения.

Причиной перехода ПЛК в режим STOP была неисправность одного из датчиков. Неисправный энкодер не мог ответить на тестовые запросы ПЛК, что привело к переполнению диагностического буфера.

Анализируя данную ситуацию было принято решение создать программу, которая позволит сократить время аварийной диагностики, тем самым снижает время простоя и затраты.

Идеальным решением для предотвращения сбоев такого рода является реализация программы, которая самостоятельно очищает буфер диагностики и показывает возникающую ошибку. К сожалению, на сегодняшний день существует объективная проблема с поддержкой программных и аппаратных средств со стороны Siemens.

Поэтому актуальным решением является замена ПЛК Siemens simatic s7-400 на отечественный аналог (на рассмотрении следующие ПЛК: Regul200, Consyst, Elesy) с программным обеспечением, которое позволит вносить дополнения в визуализацию.

Подбор и замена ПЛК — достаточно длительный процесс. А обеспечение безаварийной работы и минимально возможного времени простоя — задача сегодняшнего дня. Поэтому при помощи тестового контроллера и среды Step 7 была промоделирована описанная выше аварийная ситуация. Используя язык LAD и WinCC explorer мы разрабатываем программу, которая будет выводить номер порта на визуализации. Алгоритм работы программы представлен на рисунке 2. Когда возникает ошибка, вызывается OB82, он отвечает за диагностическое прерывание. Для того чтобы можно было с легкостью пользоваться номером порта, он выносится в отдельную переменную.

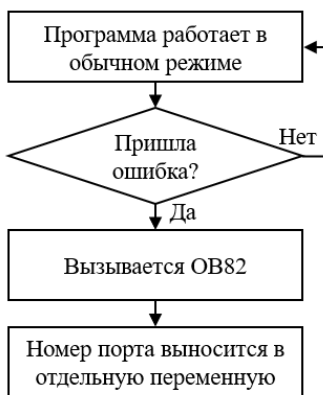


Рисунок 2. Алгоритм работы программы

Во время тестирования этой программы ошибок не было обнаружено. Переменная выводится в шестнадцатеричной системе счисления (CC), при переводе значения в десятичную CC во всех случаях получалось значение, совпадающее со значением номера порта неисправного датчика. Когда были использованы другие элементы, номер порта менялся соответствующим образом.

Дальнейшим этапом работы будет создание визуализации, удобной для оперативного реагирования обслуживающим персоналом.

Также предполагается, что, разработанная программа будет распространена на другие агрегаты, реализованные на ПЛК Siemens simatic s7-400.

Список литературы

1. Документация. Системные и стандартные функции для S7-300 и S7-400 — SIMATIC, 2004;
2. Документация. Автоматизация с помощью Программ STEP7 LAD и FBD. — SIEMENS, 2001.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАКАЧКИ ЭПОКСИДНОГО ПРАЙМЕРА

Денисов Н.О.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. *В условиях современной передовой инженерии, человеческий фактор и ручной труд на производстве не всегда положительно отображаются на качестве выпускаемой продукции. Несмотря на максимально возможные масштабные проекты по минимизации ручного труда на технологических предприятиях, остаются некоторые тех. операции, которые выполняются вручную персоналом, но которые вполне возможно автоматизировать. Именно о подобном тех. процессе и пойдет речь в моей статье.*

Ключевые слова: антикоррозионное покрытие, эпоксидный праймер, датчик уровня, автоматизация процесса

На участке антикоррозионного покрытия труб №3,4, цеха антикоррозионного покрытия труб, дивизиона труб большого диаметра

(ДТБД ЦАПТ УАПТ-3,4) АО «ВМЗ» в качестве компонента антикоррозионного покрытия используется эпоксидный праймер (порошок). Данный порошок закачивается насосом из помещения растаривания в рабочий бункер, а оттуда подается на эпоксидные пистолеты. Также в транспортной цепи эпоксида имеется весовая установка, которая взвешивает восстановленный порошок с чистым. Контроль уровня эпоксида в накопительном бункере ведется вручную персоналом. От этого уровня зависит производительность весовой установки и, как следствие, давление потока эпоксидного порошка, разжижение в бункере и т.д. Эти параметры влияют на толщину наносимого слоя эпоксида. Недостаточный контроль уровня эпоксида может привести к утонению по эпоксиду на поверхности трубы или к переизбытку слоя.

Недостатки существующей технологии.

1. Риск получения утонения по слою эпоксида на поверхности трубы, или увеличенного значения толщины покрытия, в связи с человеческим фактором (невнимательность при контроле уровня эпоксида в накопительном бункере);
2. Возможность получения некачественной продукции (отклонения по толщине антикоррозионного покрытия труб);
3. Трудоёмкость при контроле уровня эпоксида в накопительном бункере.

Проблемы — причины



Рисунок 1. Схема №1

Предложение. Предлагаем установить датчики уровня эпоксидного порошка в накопительном и рабочем бункерах, также прописать программно возможность автоматической заправки эпоксидом в рабо-

чий бункер при понижении уровня. Визуализация уровня эпоксида будет находиться на HDMI панели ПУ экструдера.

Работа после реализации. Данное решение исключило факт возможных отклонений по толщине эпоксидного слоя, т.к. привело к отсутствию человеческого фактора при контроле уровня эпоксида в накопительном бункере. Автоматизировало процесс заправки эпоксидного праймера.

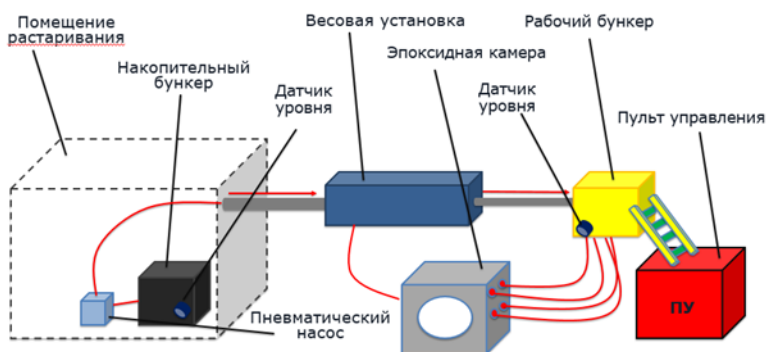


Рисунок 2. Схема №2

Какие улучшения позволила достичь автоматизация процесса?

1. Исключена возможность отклонений по толщине эпоксидного слоя на наружной поверхности труб, как следствие выпуск некачественной продукции (брак);
2. Автоматизирован процесс заправки эпоксидного материала;
3. Снижена трудоемкость процесса;
4. Исключен человеческий фактор.

Список литературы

1. Исследование механических и адгезионных свойств композиционных материалов на основе эпоксидной смолы и силикатных наполнителей / И. И. Злотников, О. И. Проневич, А. И. Кравченко, И. В. Захаров // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. — 2020. — № 2(81). — С. 46-51.
2. <https://www.runeft.ru/>

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБ ДЛЯ ОБУСТРОЙСТВА «ЮЖНО-КИРЕНКСОГО» МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Денисов Н.О.

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса

Аннотация. В условиях современной передовой инженерии, человеческий фактор и ручной труд на производстве не всегда положительно отображаются на качестве выпускаемой продукции. Несмотря на максимально возможные масштабные проекты по минимизации ручного труда на технологических предприятиях, остаются некоторые тех. операции, которые выполняются вручную персоналом, но которые вполне возможно автоматизировать. Именно о подобном тех. процессе и пойдет речь в моей статье.

Ключевые слова: безопасность, производство труб, антикоррозионное покрытие, пневматический насос, риски, человеческий фактор

Существующая технология

При производстве труб «Южно-Киренского» месторождения на антикоррозионное покрытие наносится дополнительно шероховатый слой наружной изоляции полиэтиленового материала в виде посыпки. Данную посыпку персонал транспортирует с места временного хранения до рабочего бункера, проходя лестничный марш и поднимаясь на высоту в 3 м. Вес 1 мешка посыпки составляет 20 кг. Засыпку в накопительный бункер необходимо производить 3 раза в 1 горячий час, согласно КК антикоррозионного покрытия труб «Южно-Киренского месторождения

Недостатки существующей технологии

1) Риск падения или спотыкания персоналом во время подъема с мешком посыпки, как следствие получение травмы;

2) Трудоёмкость при перемещении мешков весом в 20 кг. ежедневное, в течении 12 часов, количеством 36 шт., суммарный вес которых составляет 720 кг.

3) Риск выхода трубы с конвейера линии изоляции без п/э посыпки из-за человеческого фактора.

Причины-проблема.

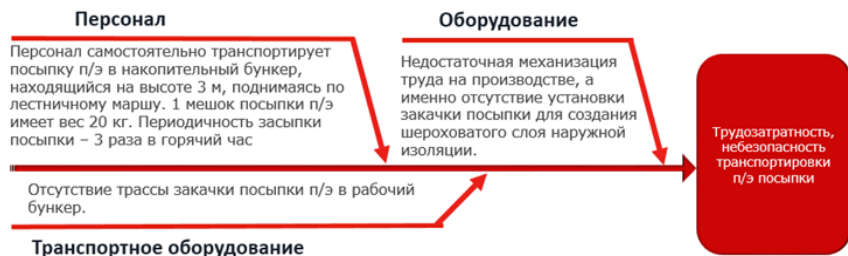


Рисунок 1. Схема №1

Предложение

Переоборудовать имеющийся в наличии б/у бункер под накопительный и закупить пневматический насос с трассовыми шлангами установки заправки посыпки п/э дополнительного шероховатого слоя антикоррозионного покрытия на трубы «Южно-Киренского» месторождения, а также проложить трассу транспортировки посыпки в накопительный бункер экструдера и автоматизировать процесс заправки, путем установки датчика уровня в рабочем бункере, связав его программно с пневматическим насосом и создать визуализацию всего процесса на НМІ панели ПУ экструдера.

Работа после реализации.

Реализация данного проекта автоматизировала ручной труд персонала и повысила безопасность технологического процесса. Сотрудникам не приходится транспортировать мешки с п/э посыпкой на высоту вручную. Пневматический насос создает необходимое давление и транспортирует посыпку из накопительного бункера в рабочий самостоятельно. Контроль уровня посыпки ведется датчиком уровня.

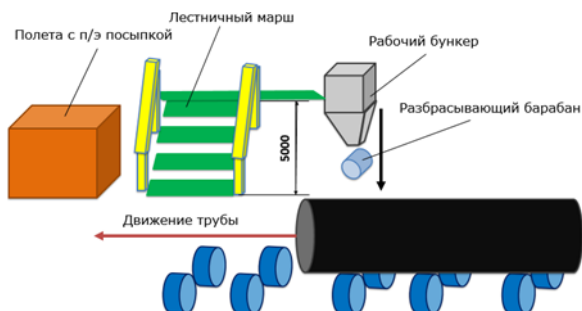


Рисунок 2. Схема №2, ранее существовавшей технологии



Рисунок 3. Схема №3, было-стало

Какие улучшения произвела автоматизация процесса?

1. Исключен риск получения травмы персоналом;
2. Снижена трудоемкость процесса;
3. Исключен риск выхода труб с конвейера линии изоляции без п/э посыпки на антикоррозионном покрытии из-за человеческого фактора.

Список литературы

1. <https://seaprojects.gazprom.ru/>
2. Evaluating the Contribution of Human Factor to Performance Characteristics of Complex Technical Systems / L. S. Kuravsky, G. A. Yuryev, V. I. Zlatomrezhev [et al.] // Моделирование и анализ данных. — 2020

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЧАГА ПРОШИВКИ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ В ДВУХВАЛКОВОМ СТАНЕ ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ В УСЛОВИЯХ МТПА 70–270 АО «ВМЗ»

Киселева Е.С., Фортунатов А.Н.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Выкса

Аннотация. В статье представлен алгоритм расчёта геометрических параметров очага прошивки трубной заготовки, размеров рабочего инструмента и параметров их настройки в условиях двухвалкового стана поперечно-винтовой прокатки МТПА 70–270 АО «ВМЗ».

Ключевые слова: прокатка, бесшовные трубы, очаг деформации, прокатное оборудование

Стальные бесшовные трубы широко используются в нефтедобывающей промышленности, топливно-энергетическом комплексе, машиностроении и других сферах деятельности.

В 2008 году на АО «ВМЗ» в трубоэлектросварочном цехе №3 был введен участок МТПА 70–270 производства бесшовных труб для муфтовых заготовок к обсадным и насосно-компрессорным трубам в объеме от 22 до 50 тыс. тонн в год.

В рассматриваемой технологии производства операция прошивки трубной заготовки проводится на двухвалковом стане поперечно-винтовой прокатки. Для получения требуемых параметров гильзы в процессе прошивки важно определить геометрические параметры очага прошивки трубной заготовки, размеры инструмента и правильно настроить рабочий инструмент. Очаг деформации прошивного стана образуется рабочими валками, прошивной оправкой и направляющими линейками. Для определения геометрических параметров очага прошивки необходимо рассчитать калибровку рабочего инструмента прошивного стана и их размеров в сечениях по

оси трубной заготовки. Расчеты калибровки инструмента выполняем по методикам [1], [2].

Бочка вала по длине делится, соответственно очагу деформации, на три участка: входной и выходной конусы ($L_{\text{вх}}$, $L_{\text{вых}}$) и цилиндрический пояс (участок пережима) $b_{\text{пер}}$. Основное назначение участка пережима вала — сглаживать переход между усечёнными конусами вала. Валок прошивного стана представлен на рисунке 1.

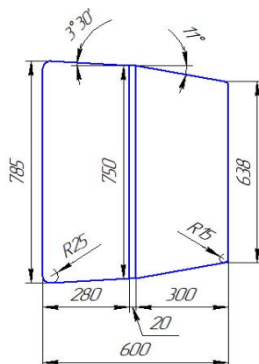


Рисунок 1. Рабочий валок с размерами

Валок в стане находится под постоянным углом подачи $\beta = 12$ градусов. Сечение вала в очаге рассматриваем с учётом этого сдвига и находим его размеры по оси заготовки.

Величины сдвига оси сечения по торцам конуса прошивки и раскатки соответственно составит:

$$\Delta_{\text{вх}} = \left(L_{\text{вх}} + \frac{b_{\text{пер}}}{2} \right) \operatorname{tg} \beta ,$$

$$\Delta_{\text{вх}} = 61,64 \text{ мм},$$

$$\Delta_{\text{вых}} = \left(L_{\text{вых}} + \frac{b_{\text{пер}}}{2} \right) \operatorname{tg} \beta ,$$

$$\Delta_{\text{вых}} = 65,89 \text{ мм}$$

Длины хорд торца сечения по конусу прошивки и раскатки:

$$h_{\text{вх}} = 2 \left(\frac{D_{\text{вх}}}{2} \right) \sin \left(\arccos \left(1 - \frac{\frac{D_{\text{вх}}}{2} - \Delta_{\text{вх}}}{\frac{D_{\text{вх}}}{2}} \right) \right),$$

$$h_{\text{ВЫХ}} = 2 \left(\frac{D_{\text{ВЫХ}}}{2} \right) \sin \left(\arccos \left(1 - \frac{\frac{D_{\text{ВЫХ}}}{2} - \Delta_{\text{ВЫХ}}}{\frac{D_{\text{ВЫХ}}}{2}} \right) \right),$$

где $D_{\text{ВХ}}$ — диаметр конуса прошивки вала, мм; $D_{\text{ВЫХ}}$ — диаметр конуса раскатки вала, мм.

$$h_{\text{ВХ}} = 775,26 \text{ мм}, \quad h_{\text{ВЫХ}} = 624,24 \text{ мм}$$

Схема определения длин хорд по конусам прошивки и раскатки представлена на рисунке 2.

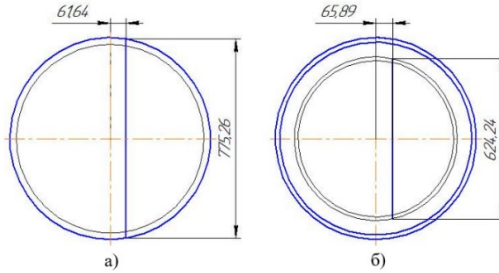


Рисунок 2. Определение длин хорд по конусам прошивки (а) и раскатки (б)

Ширина пережима вала в сечении под углом подачи:

$$b_{\text{пер}_1} = \frac{b_{\text{пер}}}{\cos \beta},$$

$$b_{\text{пер}_1} = 20,45 \text{ мм}$$

Длины входного и выходного конусов вала и их углы конусности в сечении под углом подачи:

$$L_{\text{ВХ}_1} = \left(\frac{L_{\text{ВХ}} + \frac{b_{\text{пер}}}{2}}{\cos \beta} \right) - \frac{b_{\text{пер}_1}}{2},$$

$$L_{\text{ВЫХ}_1} = \left(\frac{L_{\text{ВЫХ}} + \frac{b_{\text{пер}}}{2}}{\cos \beta} \right) - \frac{b_{\text{пер}_1}}{2},$$

$$\varphi_{\text{ВХ}_1} = \arctg \left(\frac{h_{\text{ВХ}} - D_{\text{П}}}{2L_{\text{ВХ}_1}} \right),$$

$$\varphi_{\text{ВЫХ}_1} = \arctg \left(\frac{D_{\text{П}} - h_{\text{ВЫХ}}}{2L_{\text{ВЫХ}_1}} \right)$$

$$L_{\text{ВХ}_1} = 286,25 \text{ мм}, \quad L_{\text{ВЫХ}_1} = 306,7 \text{ мм}, \quad \varphi_{\text{ВХ}_1} = 2,53 \text{ град},$$

$$\varphi_{\text{ВЫХ}_1} = 11,57 \text{ град}.$$

Схема калибровки рабочего валка под углом подачи представлена на рисунке 3.

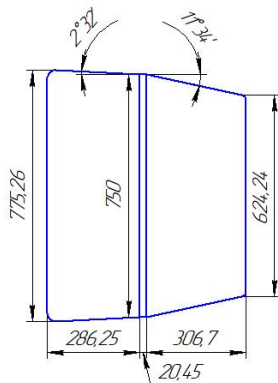


Рисунок 3. Калибровка валка под углом подачи

Затем полученное сечение отклоняем на угол раскатки $\delta = 7^\circ$ в сечении проходящем через ось заготовки и находим его размеры (ширина пережима, длины входного и выходного конусов, углы конусности на входном и выходном участках валка).

$$b_{\text{пер}_2} = b_{\text{пер}_1} \cdot \cos \delta, L_{\text{ВХ}_2} = L_{\text{ВХ}_1} \cdot \cos \delta, L_{\text{ВЫХ}_2} = L_{\text{ВЫХ}_1} \cdot \cos \delta, \varphi_{\text{ВХ}_2} = \delta - \varphi_{\text{ВХ}_1},$$

$$\varphi_{\text{ВЫХ}_2} = \delta + \varphi_{\text{ВЫХ}_1},$$

$$b_{\text{пер}_2} = 20,3 \text{ мм}, L_{\text{ВХ}_2} = 284,12 \text{ мм}, L_{\text{ВЫХ}_2} = 304,42 \text{ мм},$$

$$\varphi_{\text{ВХ}_2} = 4,47 \text{ град}, \varphi_{\text{ВЫХ}_2} = 18,57 \text{ град}.$$

Длина сечения усеченных конусов входного и выходного участков под углом раскатки:

$$L_{\text{ВХ}_3} = L_{\text{ВХ}_2} + \left(\frac{h_{\text{ВХ}} - D_{\text{П}}}{2} \right) \cdot \sin \delta, L_{\text{ВЫХ}_3} = L_{\text{ВЫХ}_2} + \left(\frac{D_{\text{П}} - h_{\text{ВЫХ}}}{2} \right) \cdot \sin \delta$$

$$L_{\text{ВХ}_3} = 285,66 \text{ мм}, L_{\text{ВЫХ}_3} = 312,08 \text{ мм}$$

Схема сечения рабочего валка по оси очага заготовки представлена на рисунке 4.

Основная деформация металла при прошивке заготовки в гильзу происходит на оправке. Диаметр оправки в любом сечении очага деформации в сочетании с калибровкой валков в этом сечении определяет размер зазора, а следовательно, и величину обжатия.

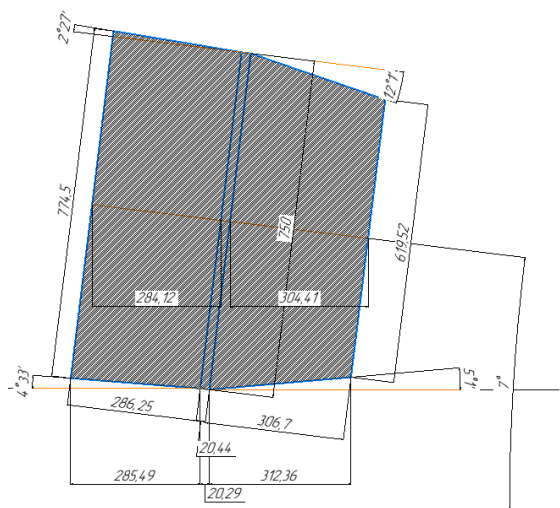


Рисунок 4. Калибровка валка под углом раскатки

По длине оправка состоит из четырёх участков: носика, рабочего конуса, конуса поперечной раскатки и цилиндрического пояска (обратного конуса). Диаметр прошивной оправки задаётся по результатам расчета таблицы прокатки (внутреннего диаметра гильзы). Остальные размеры определяем по [3], [4]. Схема калибровки оправки прошивного стана представлена на рисунке 5.

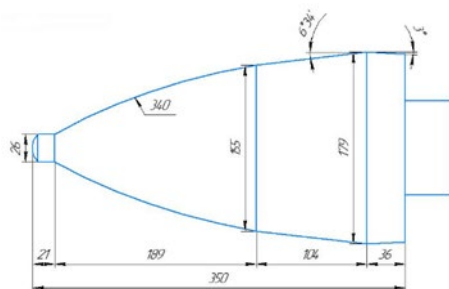


Рисунок 5. Схема калибровки прошивной сферической оправки

Направляющие линейки прошивного стана ограничивают поперечную деформацию заготовки. По ходу прокатки можно выделить три участка: входной с углом ω_1 наклона образующей рабочей поверхности; наиболее высокую часть линейки, называемую гребнем и имеющую поверхность, параллельную оси прокатки; выходной участок с углом ω_2 наклона образующей рабочей поверхности. Входной участок линейки служит для направления заготовки вдоль оси прокатки. Угол ω_1 выбирают так, чтобы линейки не препятствовали захвату заготовки валками. Выходной участок линейки выполняют с наклоном образующей под углом ω_2 , равным или на 1 ... 2 градуса меньшим угла $\varphi_{\text{вых}2}$ наклона образующей конуса раскатки вала.

Схема калибровки направляющей линейки представлена на рисунке 6.

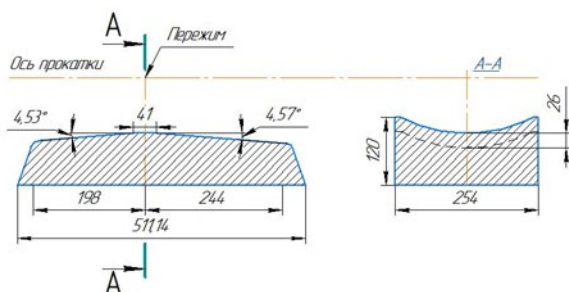


Рисунок 6. Схема калибровки направляющей линейки

Расстояние между валками ($a_{\text{п}}$), линейками ($l_{\text{л}}$) и смещение оправки за пережим определяется по [2], [4]:

$$a_{\text{п}} = -\frac{D_3 \cdot \varepsilon_{\Sigma}^{\text{п}}}{100\%}, \quad l_{\text{л}} = a_{\text{п}}^{\text{п}} \left[1 + 0,75 \varepsilon_{\text{п}} \left(\frac{d_{\text{г}}}{d_3} \right) \right],$$

$$L_{\text{СМ.ОП}} = \frac{(D_{3,\text{н}} - (a_{\text{п}} + 2 \cdot b_{\text{Пер}2} \cdot \text{tg}(7^\circ)))}{2 \cdot \text{tg} \varphi_{\text{Вх}2}} + b_{\text{Пер}2}.$$

где $\varepsilon_{\text{п}}$ — относительное обжатие в пережиме, равное 12% по [2]; D_3 — диаметр исходной заготовки, мм.

Схемы очага деформации по размерам, полученным по расчетам, представлены на рисунках 7, 8, 9.

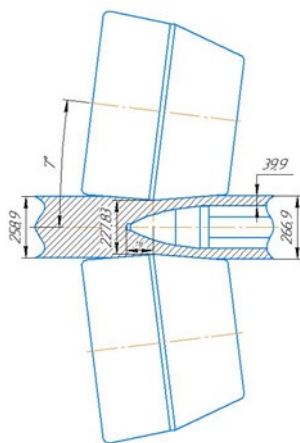


Рисунок 7. Схема сечения очага деформации: по валкам (вид сверху)

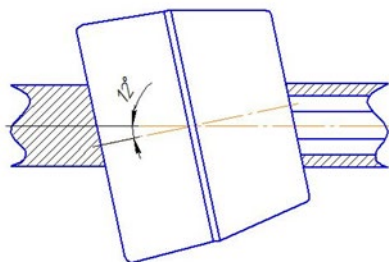


Рисунок 8. Схема сечения очага деформации: сечение по валкам (вид сбоку)

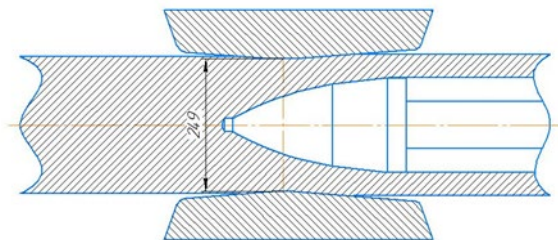


Рисунок 9. Схема сечения очага деформации: сечение по линейкам (вид сбоку)

Список литературы

1. Трубное производство: учеб. / Б.А. Романцев, А.В. Гончарук, Н.М. Вавилкин, С.В. Самусев. — 2-е изд., исп. и доп. — М.: Изд. Дом МИСиС, 2011. — 970 с.
2. Технология трубного производства: Учебник для вузов / В.Н. Данченко, А.П. Коликов, Б.А. Романцев, С.В. Самусев. — М.: Интернет Инжиниринг, 2002. — 640 с.: ил.
3. Производство труб. Справочник для рабочих. Розов Н.В. М., «Металлургия», 1974, 600 с.
4. Прошивная оправка. Вавилкин Н.М., Бухмиров В.В. Научное изд. М.: МИСИС, 2000–128 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА МЕЖДУ ВАЛКОМ И ЗАГОТОВКОЙ В ДВУХВАЛКОВОМ СТАНЕ ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ В УСЛОВИЯХ МТПА 70–270 АО «ВМЗ» ДЛЯ ТРУБЫ ДИАМЕТРОМ 269,9Х21,5 ММ

Киселева Е.С., Фортунатов А.Н.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС», г.
Выкса*

Аннотация. В статье представлен алгоритм расчёта контакта трубной заготовки и рабочего вала при процессе прошивки в условиях двухвалкового стана поперечно-винтовой прокатки МТПА 70–270 АО «ВМЗ».

Ключевые слова: прокатка, бесшовные трубы, очаг деформации, прокатное оборудование

Двухвалковый стан винтовой прокатки МТПА 70–270 АО «ВМЗ» предназначен для осуществления операции прошивки в технологии производства бесшовных горячекатаных труб. Для определения энергосиловых параметров работы оборудования двухвалкового стана

винтовой прокатки требуется определение площади контакта между заготовкой и рабочим инструментом

Для расчета площади контактной поверхности F общая длина контакта заготовки с рабочим валком разбивается рядом сечений на i участков длиной l_i (рисунок 1). В каждом сечении вычисляется ширина контактной поверхности b_i . Общая площадь определяется суммированием площадей по участкам:

$$F = \sum \frac{b_{i-1} + b_i}{2} \cdot l_i$$

Длину очага деформации разбили на четыре участка и рассматриваем пять сечений. Сечением входа металла в валки — 0; сечением перед носком оправки — 1; сечением пережима — 2; сечением отрыва металла от оправки — 3; сечением выхода металла из валков — 4.

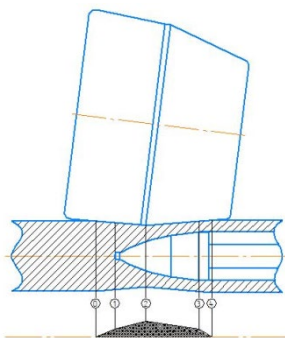


Рисунок 1. Расчетная схема определения площади контактной поверхности

Данные необходимые для расчетов берём из геометрии очага прошивки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные

Наименование параметра	Значение
Диаметр заготовки d_3 , мм	258,9
Диаметр заготовки в пережиме d_{Π} , мм	227,83
Диаметр гильзы d_{Γ} , мм	266,9
Толщина стенки гильзы S , мм	39,9
Диаметр валка в пережиме D_{Π} , мм	750
Угол конусности очага деформации α_1 , град.	4,47
Угол конусности очага деформации α_2 , град.	4,57
Угол конусности валка φ_1 , град.	2,53
Угол конусности валка φ_2 , град.	11,57
Угол наклона образующей конуса поперечной раскатки оправки γ , град.	6,57
Угол раскатки δ , град.	7
Угол подачи β , град.	12
Обжатие перед носком оправки $\varepsilon_{\text{н}}$	0,05
Обжатие в пережиме ε_{Π}	0,12
Диаметр оправки $\delta_{\text{оп}}$, мм	179
Диаметр оправки в пережиме $\delta_{\text{оп.п.}}$, мм	108,34
Выдвижение носика оправки за пережим c , мм	116
Коэффициент осевой скорости η_0	0,97
Коэффициент тангенциальной скорости η_{τ}	1
Коэффициент овализации перед носиком оправки $\xi_{\text{н}}$	1,039
Коэффициент овализации в пережиме оправки ξ_{Π}	1,093
Коэффициент овализации после пережима ξ	1,05

Расчет выполнен по методике, предложенной в источниках [1], [2] с учётом методов расчёта отдельных параметров в [3], [4]. Диаметр заготовки по сечениям d_i определяется как:

$$d_0 = d_3, d_1 = (1 - \varepsilon_{\text{н}}) \cdot d_0, d_2 = d_{\Pi}, d_4 = d_{\Gamma},$$

$$\begin{aligned}d_0 &= 258,9 \text{ мм} \\d_1 &= 245,96 \text{ мм} \\d_2 &= 227,83 \text{ мм}\end{aligned}$$

Диаметр заготовки в третьем сечении определяется по настройке очага деформации:

$$d_3 = 259,48 \text{ мм}, d_4 = 266,9 \text{ мм}$$

Длина контактной поверхности по сечениям определяем исходя из геометрии очага:

$$\begin{aligned}l_1 &= \frac{d_0 - d_1}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1}, l_1 = 82,7 \text{ мм} \\l_2 &= \frac{d_1 - d_2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1}, l_2 = 116 \text{ мм} \\l_3 &= \frac{d_3 - d_2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2}, l_3 = 198 \text{ мм} \\l_4 &= \frac{d_4 - d_3}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1}, l_4 = 46,4 \text{ мм}\end{aligned}$$

Общая длина контактной поверхности равна:

$$l = l_1 + l_2 + l_3 + l_4, l = 443,2 \text{ мм}$$

Диаметр вала по сечениям:

$$\begin{aligned}D_0 &= D_{\text{п}} + 2 \cdot (l_1 + l_2) \cdot \frac{\sin \varphi_1}{\cos \alpha_1}, D_0 = 767,6 \text{ мм}, \\D_1 &= D_{\text{п}} + 2 \cdot l_2 \cdot \frac{\sin \varphi_1}{\cos \alpha_1}, D_1 = 760,3 \text{ мм}, \\D_2 &= D_{\text{п}}, D_2 = 750 \text{ мм (исходя из размеров инструмента)}, \\D_3 &= D_{\text{п}} - 2 \cdot l_3 \cdot \frac{\sin \varphi_2}{\cos \alpha_2}, D_3 = 670,3 \text{ мм}, \\D_4 &= D_{\text{п}} - 2 \cdot (l_3 + l_4) \cdot \frac{\sin \varphi_2}{\cos \alpha_2}, D_4 = 651,7 \text{ мм}.\end{aligned}$$

Коэффициент вытяжки в сечениях:

$$\begin{aligned}\mu_0 &= 1 \\ \mu_1 &= \left(\frac{d_0}{d_1} \right)^2, \mu_1 = 1,108 \\ \mu_2 &= \frac{d_0^2}{d_2^2 - \delta_{\text{оп.п.}}^2}, \mu_2 = 1,669 \\ \mu_3 &= \frac{d_0^2}{d_3^2 - \delta_{\text{оп}}^2}, \mu_3 = 1,899, \\ \mu_4 &= 1,850\end{aligned}$$

Валок при вращении придает заготовке движение по винтовой линии. Для характеристики этого движения в теории винтовой прокатки используется понятие шага подачи. Шаг подачи — это

величина осевого продвижения заготовки с момента отрыва от одного валка до касания другого валка. Шаг подачи в сечениях определяем по [4]:

$$\begin{aligned}t_4 &= \frac{\pi \cdot d_4}{2} \cdot tg\beta \cdot \left(\frac{\eta_0}{\eta_\tau}\right), t_4 = 86,4 \text{ мм}, \\t_0 &= \frac{1}{\mu} \cdot t_4, t_0 = 46,7 \text{ мм}, \\t_1 &= \mu_1 \cdot t_0, t_1 = 51,7 \text{ мм}, \\t_2 &= \mu_2 \cdot t_0, t_2 = 77,9 \text{ мм}, \\t_3 &= \mu_3 \cdot t_0, t_3 = 88,7 \text{ мм}\end{aligned}$$

Изменение размеров заготовки в процессе прошивки при ее осевом перемещении на шаг подачи называется частным (радиальным) обжатием. Радиальное обжатие производится одним валком и определяется как разность радиусов в сечениях, отстоящих одно от другого на величину подачи полуоборота заготовки:

$$\begin{aligned}z_0 &= 0 \text{ мм} \\z_1 &= t_1 \cdot tg\alpha_1, z_1 = 4 \text{ мм} \\z_2 &= t_2 \cdot (tg\alpha_1 + tg\gamma), z_2 = 15,1 \text{ мм} \\z_3 &= t_3 \cdot (tg\gamma - tg\alpha_2), z_3 = 3,1 \text{ мм} \\z_4 &= 0 \text{ мм}\end{aligned}$$

Ширина контактной поверхности b_i в произвольном сечении i рассчитывается по формуле А.И. Целикова с поправкой на овализацию сечения заготовки:

$$\begin{aligned}b_0 &= 0 \text{ мм} \\b_1 &= \sqrt{\frac{d_1 \cdot D_1}{d_1 + D_1} \cdot z_1} + \frac{1}{2} \cdot \frac{d_1 \cdot D_1}{d_1 + D_1} \cdot (\xi_H - 1), b_1 = 30,9 \text{ мм} \\b_2 &= \sqrt{\frac{d_2 \cdot D_2}{d_2 + D_2} \cdot z_2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{d_2 \cdot D_2}{d_2 + D_2} \cdot (\xi_{II} - 1), b_2 = 59,5 \text{ мм} \\b_3 &= \sqrt{\frac{d_3 \cdot D_3}{d_3 + D_3} \cdot z_3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{d_3 \cdot D_3}{d_3 + D_3} \cdot (\xi - 1), b_3 = 28,8 \text{ мм}, b_4 = 0 \text{ мм}\end{aligned}$$

Площадь контактной поверхности на четырех участках:

$$\begin{aligned}\Delta F_1 &= \frac{30,9 \cdot 82,7}{2}, \Delta F_1 = 1277,7 \text{ мм}^2 \\ \Delta F_2 &= \frac{(30,9 + 59,5) \cdot 116}{2}, \Delta F_2 = 5243,2 \text{ мм}^2 \\ \Delta F_3 &= \frac{(59,5 + 28,8) \cdot 198}{2}, \Delta F_3 = 8741,7 \text{ мм}^2\end{aligned}$$

$$\Delta F_4 = \frac{28,8 \cdot 46,4}{2}, \Delta F_4 = 668,16 \text{ мм}^2$$

Общая площадь контактной поверхности равна:

$$F_{\Sigma} = \Delta F_1 + \Delta F_2 + \Delta F_3 + \Delta F_4, F_{\Sigma} = 15932,32 \text{ мм}^2$$

Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты расчетов площади контактной поверхности

Параметр	Номер сечения				
	0	1	2	3	4
Диаметр заготовки d, мм	258,9	245,96	227,83	259,48	266,9
Средний диаметр заготовки d _{ср} , мм	251,8	—	—	—	—
Длина контактной поверхности l, мм	—	82,8	116	198	46,4
Общая длина контактной поверхности l, мм	443,2	—	—	—	—
Диаметр вала D, мм	767,6	760,3	750	670,3	651,7
Средний диаметр вала D _{ср} , мм	719,98	—	—	—	—
Коэффициент вытяжки μ	1	1,108	1,669	1,899	1,850
Шаг подачи t, мм	46,7	51,7	77,9	88,7	86,4
Частное обжатие за ½ оборота z, мм	0	4	15,1	3,1	0
Ширина контактной поверхности b, мм	0	30,9	59,5	28,8	0
Средняя ширина контактной поверхности b _{ср} , мм	35,8	—	—	—	—
Площадь контактной поверхности ΔF, мм ²	—	1279,26	5243,2	8741,7	668,16
Общая площадь контактной поверхности F, мм ²	15932,32	—	—	—	—

Список литературы

1. Электрооборудование прошивных и раскатных станов винтовой прокатки. Учебное пособие / А.С. Михайлов, С.П. Галкин, И.И. Лубе, В.В. Гуреев. — ВФ МИСиС, 2010 — 78с.

2. Трубное производство: учеб. / Б.А. Романцев, А.В. Гончарук, Н.М. Вавилкин, С.В. Самусев. — 2-е изд., исп., и доп. — М.: Изд. Дом МИСиС, 2011. — 970 с.

3. Технология трубного производства: Учебник для вузов / В.Н. Данченко, А.П. Коликов, Б.А. Романцев, С.В. Самусев. — М.: Интернет Инжиниринг, 2002. — 640 с.: ил.

4. Производство труб. Справочник для рабочих. Розов Н.В. М., «Металлургия», 1974, 600 с.

РЕВЕРС ИНЖИНИРИНГ ДЕТАЛЕЙ И ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Крутов Д.А., Колобаева А.В., Солоницина Е.А., Ведев С.А.
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса

Аннотация. В данной статье автор рассматривает применение реверсного инжиниринга на производстве, для воспроизведения изделий, которые по каким-либо причинам были утрачены или перестали выполнять свою функцию, но на них нету документации с техническими характеристиками.

Автор выделяет основные достоинства и недостатки материалов применяемых для 3D печати. Автор описал основные этапы реверсного инжиниринга для детали шестеренки.

Ключевые слова: реверс инжиниринг, обратная разработка, 3D-сканирование, производство, практическое использование 3D-моделирования, воспроизведение деталей.

В качестве детали для реверс инжиниринга была выбрана 13-и зубчатая шестерня для мясорубки, предназначенная для передачи крутящего момента на лезвия, и которая имеет сложную форму и переменный внутренний диаметр.



Рисунок 1. Шестерня мясорубки помощница малая 13 зубьев

Чтобы отсканировать деталь и сделать её 3D-модель использовался ручной 3D-сканер Einstar Shining 3D. Он имеет 3 инфракрасные проектора VCSEL, 2 стереокамеры глубины и 1 камеру RGB, Einstar способен записывать качественные итоги сканирования и создавать данные, гарантируя при этом гибкость рабочего расстояния для маленьких и больших изделий.

Einstar запросто записывает точные и четкие изделия при большой скорости и при большом качестве получаемых в итоге данных.

3D-сканер Einstar выдаёт несколько форматов получаемых данных, которые можно использовать с 3D-принтерами и ПО для 3D-проектирования.

Сканер позволяет совершать скоростное и легкое получение высокоточных данных про облако точек с расстояниями между точек до 0,1 мм. Плавное и быстрое сканирование совершается со скоростями до 14 кадр/сек.

С помощью большой точности передачи цвета даже новички будут получать удовольствие и пользоваться плюсами сканера и получать 3D-данные с натуральным цветом.



Рисунок 2. Ручной 3D сканер Einstar Shining 3D

Для создания 3D модели сканируемую деталь обклеили стикерами с помощью которых сканер улавливает точки, ручной сканер подключили к РС через разъем, далее с помощью специальной программы включили сканирование и создание 3D модели, спустя время после сканирования, сохранения точек в программу, и обработки модели была получена 3D модель детали, которая была сравнена с изначальным образцом и были устранены недочеты модели, чтобы максимально приблизить её параметры к исходной детали.

После получения 3D модели можно печатать деталь, но, чтобы понять из какого материала печатать нужно знать, чем они отличаются и для чего каждый подходит лучше всего.

Рассмотрим самые применяемые и распространенные пластики для FDM-печати. (SLA печать и используемые в нём стандартные фотополимерные смолы не рассматриваются, потому что они имеют невысокую прочность)

ABS (акрилонитрил бутадиен стирол) — На сегодняшний день обширно используют в промышленности.

- Плотность: 1.02–1.06г/см³;
- Температура плавления: 210–240 °C;
- Температура размягчения: 100–110 °C;
- Температура эксплуатации: — 40–90 °C.

К плюсам относят

Ударопрочность. Материалу не страшны падения, он не требует к себе осторожности при эксплуатации.

Термостойкость. ABS-пластик хорошо выдерживает нагрев до 100 градусов и не ухудшается в параметре жесткости. Похожие пластики такой характеристикой похвастаться не способны. Если деталь необходимо применять при нагреве выше стандартных температур, ABS — лучший вариант.

Легкая обрабатываемость. Следом после печати и затвердевания он хорошо поддается полировке наждачной бумагой. Есть возможность обрабатывать его автоматическими инструментами, и не переживать об размягчении материала. Пластик также можно обработать ацетоном для повышенной гладкости и глянца.

Стоимость. ABS-пластик — один из самых доступнейших и распространенных на рынке.

К минусам относят

Сильную усадку. Материал меняет объем после остывания. Это ведет к расслоению и изменению формы. У ABS-пластика усадка происходит неравномерно, и из-за этого количество браков будет на высоком уровне. Пластик крайне чувствителен к сильным изменениям температур при печати.

Сложность при работе с материалом. Новичкам трудно будет предугадать как себя поведет материала. Нужна кропотливая подготовка перед печатью и учетение многих факторов.

Токсичность. Во время нагревания ABS-пластика выделяются пары акрилонитрила, смертельно опасный для человека. Дозы паров при печати малых деталей малы, но боль в голове и тошноту получить легко.

PLA-пластик (полилактид)— наиболее популярный материал среди новичков. Причины в следующем: простота при использовании и малая стоимость.

Делается из экологически не токсичных компонентов. Из-за этого в процессе печати отсутствуют резкие запахи.

- Плотность: $1.2\text{--}1.4\text{г/см}^3$;
- Температура плавления: $170\text{--}180\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Температура размягчения: $50\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Температура эксплуатации: — $20\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

К плюсам относят:

1. Минимальную усадку. После остывания PLA процент усадки ниже других видов пластика. Из него делают большие изделия не опасаясь, за их форму.

2. Простота в использовании. Из-за того, что усадка минимальная, чтобы получить результат необходимо соблюдать меньше факторов. Ещё не нужна сложная настройка экструдеров. PLA хорош для использования новичками.

3. Экологичный. Отсутствуют опасные для жизни испарения и посторонних запахов. Материал биоразлагаемый, что отличает его от конкурентов.

К минусам относят:

1. Низкую температуру размягчения. После температуры 50°C пластик ухудшается в жесткости.

2. Недолговечный. При взаимодействии с кислородом и ультрафиолетовыми лучами теряет прочностные характеристики. Солнце и воздух значительно сокращают срок эксплуатации.

3. Гигроскопичность. Впитывает влагу из воздуха. Тем самым ухудшая параметры PLA и делая его ещё хрупче.

4. Сложность при обрабатывании. Материал твёрд, из-за чего его труднее обрабатывать наждачной бумагой. Необходимо иметь в виду, что шестеренка при обрабатывании способна нагреться. Что означает что она способна деформироваться поскольку температура размягчения низкая.

Для определения свойств пластика, были напечатаны образцы для испытаний и испытаны на растяжение и сжатие, чтобы понять в каких видах нагрузок они чувствуют себя лучше всего.

По результатам испытаний больше подходит ABS пластик, из-за того, что при работе, деталь может нагреваться и соответственно деталь из PLA пластика потеряет свойства из-за низких температур размягчения и может выделять токсичные элементы.

После выбора материала идёт процесс печати, печать была из материала ABS при температурах экструдера 225°C и стола 105°C. В результате получились детали, внешне идентичные исходной.

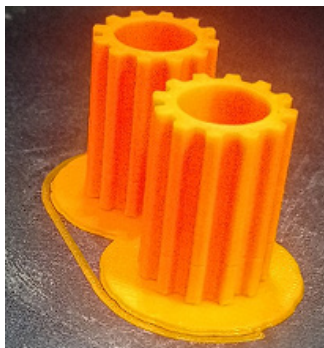


Рисунок 3. Шестерни мясорубки малые 13 зубьев из ABS-пластика

Список литературы

1. Лукманов, О. Обратный инжиниринг // САПР и графика. 2018. № 1 (255). С.: 7-8

2. Рубанова, К.А. Применения обратного инжиниринга на предприятиях промышленности в условиях новых санкций // Экономика и предпринимательство. 2022. № 4 (141). С.: 1368–1372.

3. Владимиров, Д.А. Обратный инжиниринг как основной инструмент в повышении эффективности проведения НИОКР // Наука и бизнес: пути развития. 2020. № 9 (111). С.: 28–30.

4. URL: http://progress-human.com/images/2023/Tom9_1/Rubanova.pdf

5. URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/32920/1/pz_2015_01_28.pdf

6. URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/166/10534/>

7. URL: <https://ru.wikipedia.org/>

Выражение благодарности доценту кафедры ВФ НИТУ МИСИС Товмасын М.А

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИ ИНТЕГРАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Кузнецов Д.Д.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. Тестирование программного обеспечения играет ключевую роль в процессе разработки, обеспечивая качество, надежность и безопасность конечного продукта. В тексте рассматриваются различные аспекты тестирования, включая тестирование пользовательского интерфейса, API и тестирование на проникновение. Описываются инструменты и методы, используемые для автоматизации тестирования, такие как Selenium и Pytest, OWASP ZAP

Ключевые слова: тестирование программного обеспечения, функциональность, автоматизация, Selenium, Pytest, API, тестирование на проникновение, OWASP ZAP.

Тестирование программного обеспечения — это процесс оценки функциональности программного обеспечения. В ходе этого процесса проверяется, соответствует ли реальное программное обеспечение ожидаемым требованиям и гарантирует, что оно не содержит ошибок. Целью тестирования программного обеспечения является выявление ошибок, дефектов и отсутствующих требований, в отличие от фактических требований. Основная цель — измерить возможности, функциональность и производительность программы или приложения.

Тестирование ПО обеспечивает:

1. Экономическая эффективность
2. Удовлетворенность клиентов
3. Безопасность
4. Качество продукта

Тестирование пользовательского интерфейса (тестирование пользовательского интерфейса) — это метод, который гарантирует, что пользовательский интерфейс веб-сайта или мобильного приложения удобен для пользователя и соответствует ожидаемым требованиям клиентов или конечных пользователей. Он проверяет визуальный дизайн и макет, а также функциональность пользовательского интерфейса, чтобы убедиться, что он работает должным образом.

Selenium — это среда автоматизации тестирования, которая облегчает тестирование веб-приложений. Он позволяет моделировать действия пользователя в различных веб-браузерах, позволяя автоматизировать тестирование веб-приложений.

Пример кода тестов на Python для функционального тестирования веб-приложений с использованием Selenium WebDriver:

```
python
from selenium import webdriver
import time
# Инициализация драйвера браузера
driver = webdriver.Chrome()
```

```

# Открытие веб-приложения
driver.get(«https://example.com»)
# Проверка заголовка страницы
assert «Пример» in driver.title
# Взаимодействие с элементами страницы
search_box = driver.find_element_by_name(«q»)
search_box.send_keys(«Python»)
search_box.submit()
# Пауза для просмотра результата
time.sleep(5)
# Закрытие браузера
driver.quit()

```

Листинг 1. Пример кода теста пользовательского интерфейса

Тестирование API (интерфейса прикладного программирования) — это важнейший компонент разработки программного обеспечения, который включает в себя тестирование функциональности, надежности, производительности и безопасности API-интерфейсов приложения. API позволяют различным компонентам программного обеспечения взаимодействовать и обмениваться данными, а тестирование API включает отправку запросов к API и проверку его ответа, чтобы убедиться, что он соответствует ожидаемым результатам.

Примеры кода тестов на Python для тестирования API с использованием pytest:

```

python
import pytest
import requests
@pytest.fixture
def api_url():
    return «https://api.example.com»
def test_api_response(api_url):
    response = requests.get(api_url + «/data»)
    assert response.status_code == 200
    assert «success» in response.json()

```

```
def test_api_post(api_url):
    data = {«username»: «user», «password»: «pass»}
    response = requests.post(api_url + «/login», json=data)
    assert response.status_code == 200
    assert «token» in response.json()
```

Листинг 2. Пример кода теста API

Тестирование на проникновение (или тестирование на проникновение) — это упражнение по обеспечению безопасности, при котором эксперт по кибербезопасности пытается найти и использовать уязвимости в компьютерной системе. Цель этой моделируемой атаки — выявить любые слабые места в защите системы, которыми могут воспользоваться злоумышленники.

Zed Attack Proxy (ZAP) — это бесплатный инструмент для тестирования на проникновение с открытым исходным кодом, поддерживаемый под эгидой The Software Security Project (SSP). ZAP разработан специально для тестирования веб-приложений и является одновременно гибким и расширяемым.

В современном мире разработки программного обеспечения автоматизированное тестирование на Python играет ключевую роль в обеспечении качества и безопасности веб-приложений. Благодаря возможностям этого языка программирования и богатому выбору инструментов, разработчики могут создавать мощные и эффективные системы тестирования, которые помогают выявлять и исправлять проблемы на ранних стадиях разработки. Это, в свою очередь, позволяет сэкономить время и ресурсы, повысить надежность и безопасность веб-приложений, а также улучшить пользовательский опыт.

Список литературы

1. Научные Статьи.Ру URL: <https://nauchniestati.ru/spravka/testirovanie-programmnogo-obespecheniya> (Дата обращения 13.04.24).
2. IN-WORK.PRO. URL: <https://in-work.pro/blog/voprosy-na-sobesedovanii-testirovshchika> (Дата обращения 13.04.24).
3. ZAPTEST. URL: <https://www.zaptest.com/ru/uat-> (Дата обращения 13.04.24).

4. Хабр. URL: <https://habr.com/ru/articles/807565/> (Дата обращения 13.04.24).
5. Хабр. URL: <https://habr.com/ru/companies/ppr/articles/780582/>
6. Software-Testing.RU. URL: <https://www.software-testing.ru/library>

ОСОБЕННОСТЬ ПРАВКИ СВАРНЫХ ТРУБ ПО ДЛИНЕ И КОНСТРУКЦИИ ТРУБОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ ТЭСА 114–245

Лезин И.В., Галкин С.П.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выхса*

Аннотация. В работе изучена конструкция и принцип работы косовалковой трубоправильной машины. Изучена технология и оборудование производства сварных прямошовных труб в линии ТЭСА 114–245. Проведен сравнительный анализ оборудования косовалковых машин и схем правки трубной заготовки.

Ключевые слова: трубоправильная машина, кривизна, валок, ТЭСА 114-245.

Сегодня производство труб характеризуется разнообразием эффективных методов изготовления продукции, важнейшим из которых является обработка металлов давлением.

Выбор технических методов и определение способов обработки основываются на физических свойствах обрабатываемого металла, требуемом качестве и размерах изделия, а также на производительности и рациональном использовании оборудования.

В последнее время производство сварных стальных труб быстро развивается во многих технологически развитых странах мира, а доля рынка сварных стальных труб увеличивается. Это объясняется высокими техническими и экономическими преимуществами производства сварных труб.

При производстве стальных труб используется минимальное количество энергии, что позволяет уменьшить размер и мощность оборудования и снизить удельные расходы, а также расходы на обслуживание и эксплуатацию. Сварные трубы, произведенные на непрерывных ТЭСА экономичнее бесшовных. Непрерывность процесса их производства облегчает его механизацию и автоматизацию [1].

На рисунке 1 представлен общий вид косовалковой трубоправильной машины.

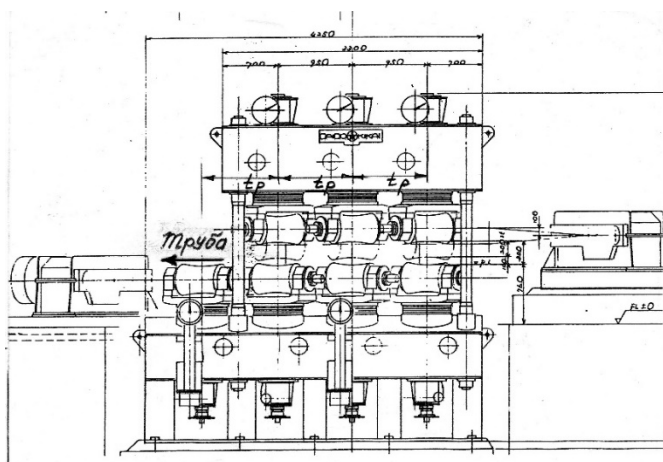


Рисунок 1. Косовалковая трубоправильная машина

Правка труб осуществляется на косовалковой правильной машине, имеющей три пары приводных валков и один холостой, предназначена для правки обсадных труб, изготовленных на трубоэлектросварочном агрегате, для обеспечения допустимых пределов кривизны.

Правка осуществляется знакопеременным изгибом, который получают за счет смещения средней пары валков относительно двух опорных валков в сочетании со знакопеременным сплющиванием. Холостой валок предназначен для облегчения подачи труб на выходной рольганг.

Поворот валков на заданный угол, а также подъем, и опускание валков обеспечивается от индивидуальных двигателей переменного тока.

Для задачи труб с вращением и удержания в процессе правки предназначено механическое оборудование входной стороны правильной машины.

Для приема выправленной трубы из правильной машины и транспортировки ее на участок отделки предназначено механическое оборудование выходной стороны.

Отслаивающаяся в процессе правки труб окалина смывается в бак-отстойник охлаждающей валки жидкости. Бак-отстойник с окалиной убирается при помощи мостового крана [2].

Прокатные, сварные и термически обработанные стальные трубы подвержены дефектам, в основном изгибу продольной оси и эллипсам поперечного сечения. В некруглых трубах также может возникать скручивание. Для устранения этих дефектов можно использовать трубоправильные машины. Продольный изгиб труб и круглого проката может быть исправлен путем многократного упругого продольного изгиба и растяжения. Скрученные трубы исправляют упругим пластическим повторным скручиванием. Иногда используется комбинация этих мер по выпрямлению.

Овальность и кривизна трубы регулируется вертикальным изменением положения валков. Верхний валок поднимается на 100-300 мм от линии прохода, а нижний — на 5 мм. Величина перемещения каждого валка (кроме нижнего) указывается индикатором часового типа, установленным на передней панели станка.

Для правки труб в условиях стана ТЭСА 114–245 применяют вертикальную, косовалковую, трубоправильную машину с валками одинаковой длины, так как имеет ряд преимуществ:

- Рабочие инструменты просты в изготовлении, все ролики взаимозаменяемы;
- Приводной механизм состоит из двух одинаковых узлов, которые просты в обслуживании и ремонте и взаимозаменяемы; и
- Удлиненный привод роликов позволяет выполнять правку тонкостенных труб с высокими требованиями к качеству поверхности [3].

Список литературы

1. Обработка металлов давлением: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Обраб. металлов давлением» направления подгот. «Металлургия» / Н. Д. Лукашкин, Л. С. Кохан; Лукашкин Н. Д., Кохан Л. С.; Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Моск. гос. вечер. металлург. ин-т. — Москва: Моск. гос. вечер. металлург. ин-т, 2006. — 423 с. — ISBN 5-94475-028-6.
2. Машины и агрегаты трубного производства: Учебное пособие для вузов — А.П. Коликов, В.П. Романенко, С.В. Самусев и др. — М.: МИСиС, 2007 г.
3. Технология трубного производства: Учебник для вузов — В.Н. Данченко, А.П. Коликов, Б.А. Романцев и др. — М.: «Интермет Инжиниринг», 2002 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КАРЕТКИ ШПИНДЕЛЯ МУФТОНАВЕРТОЧНОГО СТАНКА

Ласанкин К.А.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию принципа работы каретки шпинделя и органов управления данной системой. В работе рассматривается контур управления каретки шпинделя, которая является одним из основных муфтонаверточного станка. Также анализируются органы управления кареткой шпинделя, такие как программируемый логические контроллеры, система управления двигателем и прочие устройства.

Ключевые слова: каретка шпинделя, муфтонаверточный станок, программируемый логический контроллер, контур управления, энкодер

Исследуемый муфтонаверточный станок установлен в Выксунском металлургическом трубоэлектросварочном цехе №1 на участке отделки труб.

Муфтонаверточный станок состоит из различных узлов, которые в комплекте устанавливаются на раму и образуют станок. Назначение станка осуществить предварительную наводку муфты на конец трубы с резьбой, закрепляя ее в так называемом положении «навертывание вручную».

Каретка шпинделя необходима для перемещения муфты к трубе. Когда муфта располагается на центральной линии наводки муфты, каретка шпинделя перемещается вперед, забирая муфту с подъемного устройства и едет до тех пор, пока не достигнет «Заданного положения».

Контур управления кареткой шпинделя представлен на рисунке 1.

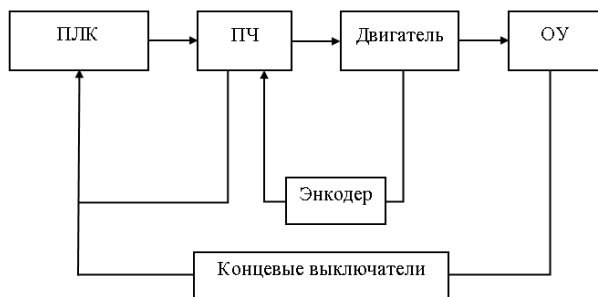


Рисунок 1. Контур управления кареткой шпинделя

Рассмотрим назначение и принцип действия элементов контура управления.

Программируемый логический контроллер (ПЛК) — это программно-управляемый дискретный автомат, имеющий некоторое множество входов, подключенных посредством датчиков к объекту управления, и множество выходов, подключенных к исполнительным устройствам. ПЛК контролирует, состояния входов и вырабатывает определённые последовательности программно заданных действий, отражающихся в изменении выходов.

Рабочий цикл ПЛК состоит из фаз, показанных на рисунке 2:



Рисунок 2. Рабочий цикл ПЛК

1. Начало цикла.
2. Чтение состояния входов.
3. Выполнение кода программы пользователя.
4. Запись состояния выходов.
5. Монитор системы исполнения.
6. Контроль времени цикла.
7. Переход на начало цикла.

В данном контуре управления ПЛК рассчитывает, в зависимости от длины муфты, «Заданное положение» — положение, в которое должна приехать каретка и скорость вращения двигателя отправляя эти данные в преобразователь частоты.

Контроллер с преобразователем частоты общается между собой с помощью промышленного протокола ProfiNet.

ProfiNet — это открытый стандарт, который основан на промышленном Ethernet, применяемом для промышленной автоматизации. Передача и приём данных в ProfiNet в большинстве случаев осуществляется между устройствами полевого уровня и контроллерами системами управления, но также может применяться и для обмена информацией между самими системами управления и системами верхнего уровня.

Преобразователь частоты (ПЧ) представляет собой электронное устройство, которое обеспечивает плавное регулирование скорости трехфазных электродвигателей путем преобразования фиксированных значений напряжения и частоты сети в изменяемые величины.

В состав преобразователей частоты входят четыре основных элемента (рис. 3):

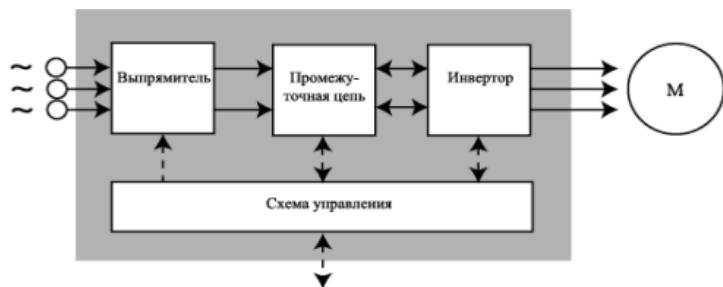


Рисунок 3. Основные элементы ПЧ

1. Выпрямитель формирует пульсирующее напряжение постоянного тока при его подключении к одно/трехфазной питающей электросети переменного тока.

2. Промежуточная цепь одного из трех типов:

- преобразующая напряжение выпрямителя в постоянный ток.
- стабилизирующая или сглаживающая пульсирующее напряжение постоянного тока и подающая его на инвертор.

- преобразующая неизменное напряжение постоянного тока выпрямителя в изменяющееся напряжение переменного тока.

3. Инвертор, который формирует частоту напряжения электродвигателя. Некоторые инверторы могут также конвертировать неизменное напряжение постоянного тока в изменяющееся напряжение переменного тока.

4. Электронная схема управления, которая посылает сигналы в выпрямитель, промежуточную цепь и инвертор и получает сигналы от данных элементов.

В данном контуре управления преобразователь частоты с помощью энкодера, установленный на ротор двигателя, регулирует заданную скорость и положение тележки, отправляя эти данные в контроллер.

Серводвигатель — электродвигатель, обеспечивающий исполнение команд и заданий, управляющих положением рабочих или регулирующих органов машин и технологических установок с требуемой точностью.

Серводвигатели обладают следующими характеристиками:

- высокая динамика,

- высокая точность позиционирования,
- высокая перегрузочная способность в широком диапазоне частоты вращения.

Серводвигатели имеют следующие особенности:

- высокая точность поддержания заданной частоты вращения;
- широкий диапазон регулирования частоты вращения;
- малое время разгона;
- малое время регулирования вращающего момента;
- большой пусковой момент;
- малый момент инерции;
- малая масса;
- компактная конструкция.

С помощью шарико-винтовой передачи, происходит преобразование вращения ротора двигателя в поступательное движение каретки.

Энкодер (рис. 4) — это электронное устройство, позволяющее с необходимой точностью измерить различные параметры вращения какой-либо детали, как правило, вала электродвигателя или редуктора. Измеряемыми параметрами могут быть: скорость вращения, угловое положение по отношению к нулевой метке, направление вращения. Фактически энкодер является датчиком обратной связи, на выходе которого сигнал меняется в зависимости от угла поворота. Этот сигнал обрабатывается и далее подается на контроллер или на преобразователь частоты.

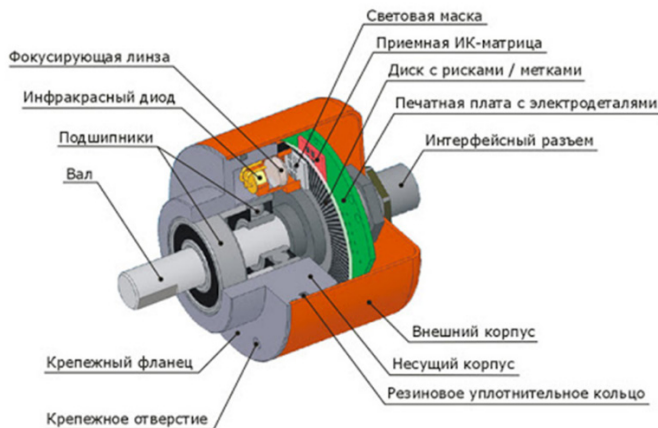


Рисунок 4. Устройство энкодера

В случае сбойных ситуаций, при наезде каретки на концевой выключатель электрическая схема управления двигателем разомкнётся, и каретка остановится.

Список литературы

1. Алгоритмы управления высоковольтным многоуровневым преобразователем частоты А.Б. Виноградов, А.А. Коротков.
2. Исследование динамических характеристик электромеханических систем В.И. Бойков, А.Б. Бушуев, С.В. Быстров, В.В. Григорьев, Н.А. Дударенко.
3. Программирование логических контроллеров О.И. Максимычев, А.В. Либенко, В.А. Виноградов.

АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРОКАТНОЙ КЛЕТИ СТАНА-5000

Погодин Д.С.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В статье рассмотрены особенности конструкции электромеханического нажимного устройства (ЭМНУ) и гидравлического нажимного устройства (ГНУ). Произведен расчет нажимного винта на прочность прокатной клетки стана 5000. На основе анализа и сравнение механизмов выбран оптимальный механизм, обеспечивающий точность геометрических параметров.

Ключевые слова: прокатная клеть; электромеханическое нажимное устройство; гидравлическое нажимное устройство.

Современные листопрокатные станы выполняются в виде реверсивных клеток кварто с приводом рабочих валков. Требованиями к ним на сегодняшний день являются в частности:

- клетки должны быть рассчитаны на высокие усилия и моменты прокатки на протяжении всей последовательности пропусков;
- высокая устойчивость даже при больших значениях усилий и момента прокатки;
- экономичность конструкции с учетом возможности изготовления сверхтяжелых деталей;
- низкие эксплуатационные расходы и высокая готовность оборудования [1-3].

Чтобы процесс прокатки протекал нормально, валки должны занимать в рабочей клетке определенное положение. Для этого в каждой клетке предусмотрены механизмы и устройства для вертикальной установки валков (нажимные механизмы), для вертикальной установки валков и уравнивания верхнего валка [4].

В данной работе были изучены и проанализированы конструкции нажимных устройств прокатных клеток, произведен расчет на прочность нажимных механизмов.

Изучая материал можно сделать следующие выводы: нажимные винты прокатных клеток являются основным механизмом, позволяющим получить листовой и полосовой прокат заданного профиля и формы. Совершенствованию конструкций нажимных устройств уделяют большое внимание, что связано с постоянным ужесточением требований потребителей к качеству полосы и листа [5–7].

Наиболее оптимальными с точки зрения эффективности регулирования межвалкового зазора и обеспечения необходимого качества листового и полосового проката являются гидравлические нажимные устройства, разрешающая способность которых в 10 раз, а скорость хода в 3-4 раза выше, чем у электромеханических.

Оснащение станов гидравлическими нажимными устройствами позволяет создать комплексную систему регулирования профиля и формы полосы с применением ЭВМ.

Таблица 1. Результаты расчета нажимного винта на прочность

D, мм	H, мм	Q, Н	M _в , Нм	τ, МПа	σ, Па	τ, Па	M _н , Нм	σ _р , Па
1350	1282	214597	15929	1.45	360062	43353	5723	367808.89

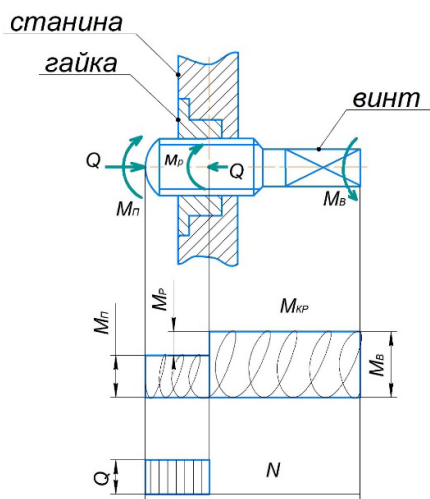


Рисунок 1. Схема для определения прочности нажимного винта

Список литературы

1. Машиностроение: Энцикл.: В 40 т. Т. IV-5: Машины и агрегаты металлургического производства. М.: Машиностроение, 2000. 912 с.
2. Королев А. А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов: Учебник для вузов. — 4-е издание. перераб. и доп. — м.: Металлургия, 1987. 480с.
3. Оборудование прокатных цехов: Учебное пособие для студентов / И. Н. Гулидов. — М: Интермет Инжиниринг, 2004. 320с
4. Колесников А.Г., Яковлев Р.А. Механизмы и устройства рабочих клеток прокатных станков: Учеб. пособие по курсу «Расчет и конструирование прокатных станков». — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 63 с.
5. M. A. Tovmasyan, S. V. Samusev. Effect of the Nonuniform Distribution of the Mechanical Properties of Rolled Sheets on the Shape of a Round Billet after Forming in Making Large-Diameter Pipes // Russian Metallurgy (Metally), May, 2020, No. 5, pp. 589–596
6. Товмасян, М. А. Комплексное исследование процесса формовки прикромочной области плоского проката при производстве труб

для магистральных трубопроводов с помощью современных методов расчета и измерений / М. А. Товмасын, С. В. Самусев, А. Н. Фортунатов // Металлы. — 2022. — № 4. — С. 89–96.

7. Tovmasyan, M. A. Effect of the Nonuniform Distribution of the Mechanical Properties of Rolled Sheets on the Shape of a Round Billet after Forming in Making Large-Diameter Pipes / M. A. Tovmasyan, S. V. Samusev // Russian Metallurgy (Metally). — 2020. — Vol. 2020, No. 5. — P. 589–596. — DOI 10.1134/S0036029520050158

8. Селиванов И.А., Бодров Е.Э. Математическая модель гидронажимного устройства непрерывного прокатного стана // Электротехнические системы и комплексы: Межвуз. сб. науч. тр. — Вып. 14. — Магнитогорск: МГТУ, 2007. — С. 82–85.

9. ТИ 15 — П — 01 — 2012 Технология производства горячекатаного проката в ЛПК Стан 5000. Редакция 0 — КМЦ ОАО «ВМЗ» г. Выкса, 2012.

*Выражение благодарности
Товмасын М.А.*

ТЕНДЕНЦИИ МИРОВОГО РЫНКА ПРОДУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

А.А. Серегина

Дипломатическая академия МИД России, г. Москва

Аннотация. В статье рассматривается динамика мирового производства электроэнергии за последние десять лет и изменения в структуре генерации электроэнергии. В результате экономического роста в развивающихся странах, особенно в Китае, наблюдается значительный рост производства электроэнергии, что стимулирует развитие сектора энергетического машиностроения. Однако, помимо возможностей, на рынке энергетического машиностроения существуют и риски, такие как увеличение конкуренции и снижение цен на продукцию. Чтобы оставаться конкурентоспособными, компании в этой отрасли должны постоянно совершенствовать свои техноло-

гии и предлагать инновационные решения. Статья также описывает текущее положение и прогнозы развития мирового рынка энергетического машиностроения, а также крупнейшие компании-производители этого оборудования в различных регионах мира.

Ключевые слова: развивающиеся страны, энергетическое машиностроение, тренды, экономический рост, добыча, конкуренция, инновации

Энергетическое машиностроение является одной из ключевых отраслей мирового рынка, оцениваемого в среднем в 120 миллиардов долларов США ежегодно. Этот сектор включает в себя различное оборудование, используемое для тепловой генерации, гидроэнергетики, атомной энергетики и возобновляемых источников энергии (ВИЭ). На данный момент оборудование для тепловой генерации составляет 55% рынка, показывая высокий спрос на эту технологию. Оборудование для гидроэнергетики занимает 20% рынка, что свидетельствует о значительной роли гидроэнергии в мировом энергетическом секторе. Доля оборудования для атомной энергетики составляет 15%, а оборудование для ВИЭ занимает 10% рынка. Прогнозируется, что к 2030 году годовой объем продукции энергетического машиностроения достигнет более 150 миллиардов долларов США. Это свидетельствует о постоянном росте и развитии этой отрасли. Согласно данным Nomura Research и экспертным оценкам, в число крупнейших компаний-производителей генерирующего оборудования (паровые/газовые турбины) входят компании из разных регионов. В Европе это немецкая Siemens AG и французская Alstom, чьи энергетические активы находятся в процессе интеграции в бизнесы нового владельца — General Electric. Также в Европе присутствуют компании Areva из Франции, итальянская Ansaldo Energia (часть акций принадлежит китайскому производителю генерирующего оборудования Shanghai Electric) и австрийская Andritz Hydro. Япония вносит свой вклад в мировой рынок энергетического машиностроения с помощью компаний Mitsubishi Hitachi Power System и Hitachi. В США ведущие производители генерирующего оборудования — General Electric и Babcock and Wilcox. Китай также активно участвует в этой отрасли с компаниями Shanghai Turbine, Dongfang Electric и Harbin Electric. Индия пред-

ставлена компанией Bharat Heavy Electricals Limited. Мировой рынок энергетического машиностроения продолжает развиваться, и каждая из этих компаний играет важную роль в обеспечении энергетическим оборудованием различных стран. Они продолжают инновационные исследования и разработки, чтобы удовлетворить растущий спрос на энергию и соответствовать строгим нормам экологичности.

Корпорация General Electric: мировой лидер в энергетическом машиностроении

В мире энергетического машиностроения существует несколько крупных игроков, но одной из самых влиятельных и успешных компаний является General Electric (GE). Эта корпорация занимает ведущие позиции на мировом рынке, контролируя порядка 17% от общего объема производства энергетического оборудования. GE предлагает широкий спектр продукции, охватывающий все сферы энергетического машиностроения. От генераторов и турбин до систем управления и контроля, компания предлагает комплексные решения для различных секторов энергетики, включая электростанции, нефтегазовую промышленность и возобновляемые источники энергии. Одним из ключевых показателей успеха GE является ее ежегодная выручка, которая составляет от 12 до 33 миллиардов долларов США. Это впечатляющая цифра, отражающая масштабы и значимость компании на мировом рынке энергетического машиностроения. Конкуренция в этой отрасли яростная, но GE сумела удержать свои позиции и продолжает развиваться и инновировать. Однако GE не единственная компания, которая играет важную роль в этой отрасли. Siemens AG, Alstom и Mitsubishi Heavy Industries также являются крупными участниками рынка, имеющими значительные доли. Совместные усилия этих компаний и их конкуренция способствуют развитию энергетического машиностроения и созданию новых технологий. GE, как мировой лидер, продолжает инвестировать в исследования и разработки, чтобы оставаться на передовой позиции в отрасли. Компания активно разрабатывает инновационные решения, направленные на увеличение эффективности и снижение воздействия на окружающую среду. Такие усилия помогают справиться с глобальными вызовами, связанными с изменением климата и необходимостью устойчивого развития. В целом, корпорация General Electric является важным

игроком на мировом рынке энергетического машиностроения. Ее широкий спектр продукции, высокий уровень инноваций и лидерство на рынке позволяют компании оставаться успешной и востребованной. GE продолжает стремиться к новым высотам, предлагая передовые решения для энергетической отрасли и внося свой вклад в развитие мировой энергетики.

General Electric (GE) — американская компания, которая занимается энергетическим сектором [1]. Ее подразделение GE Power работает в различных областях энергетики, включая использование возобновляемых источников энергии, таких как ветер и солнце, а также биогаз и альтернативное топливо. Они также занимаются традиционным производством электроэнергии с использованием угля, природного газа и ядерного топлива. GE Power предлагает широкий спектр продуктов и решений, включая газовые двигатели, газовые турбины, генераторы, парогазовые энергетические блоки и паровые турбины и предоставляют услуги, начиная с поставки оборудования и заканчивая созданием «под ключ» энергетических станций. Компания также имеет подразделение Digital Energy, которое занимается научно-исследовательской и опытно-конструкторской работой. Они разрабатывают передовые технологии и решения для управления энергопотреблением, а также внедряют чистые возобновляемые источники энергии. Еще одно подразделение GE Power, известное как Power Conversion, предлагает клиентам проектные решения для энергетической отрасли. Они специализируются на интеграции систем управления и преобразования энергии. Таким образом, компания GE предоставляет полный спектр услуг, начиная от научных исследований и разработок, до серийного производства, реализации и поддержки продукции для потребителей. General Electric является лидером в энергетической отрасли и продолжает инновационные разработки. GE Power также активно работает над разработкой и внедрением передовых технологий, которые помогут снизить вредное воздействие на окружающую среду и обеспечить более устойчивую энергетическую систему. Их продукты и решения способствуют повышению энергоэффективности и снижению выбросов парниковых газов тем самым обеспечивая надежное и устойчивое развитие энергетического будущего.

Siemens — это германский национальный производственно-инжиниринговый концерн, который предлагает широкий спектр продукции и услуг в области энергетики. Они специализируются на производстве энергии на ископаемом топливе, таких как газотурбинные и паротурбинные электростанции, а также электростанции комбинированного цикла. Кроме того, Siemens также производит газовые и паровые турбины, генераторы и компрессоры различной мощности. В их портфеле продукции можно найти даже новейшую газовую турбину Dresser-Rand. Паровые турбины Siemens имеют впечатляющий диапазон выходной мощности от 90 до 1900 МВт, и в мире уже эксплуатируется более 8000 таких установок. Кроме того, компания предлагает генераторы мощностью от 25 до 2235 МВА, которые используются для газовых и паровых турбин в электростанциях. Эти генераторы могут быть охлаждаемыми воздухом, водородом или водой. Siemens также активно занимается производством энергии из возобновляемых источников, таких как ветер и гидроэнергия [2]. Они предлагают комплексные решения по запуску энергетики возобновляемых источников «под ключ», включая научные разработки, опытно-конструкторские работы, серийное производство и поддержку эксплуатации.

Bharat Heavy Electricals Limited (BHEL) — компания из Индии, которая также занимается производством энергетического оборудования. У них есть широкая зарубежная сеть в 80 странах, а общая установленная мощность приближается к 10 000 МВт. Они имеют филиалы и проекты в различных странах, включая Беларусь, Бутан, Египет, Индонезию, Ирак, Казахстан, Малайзию, Новую Зеландию, Оман, Руанду, Судан, Таджикистан и ОАЭ. BHEL активно сотрудничает с ведущими компаниями мира, такими как General Electric, Alstom SA, Siemens AG и Mitsubishi Heavy Industries, Ltd, и использует передовые технологии от них. Кроме того, они также разрабатывают и применяют собственные технологии в своих центрах исследований и разработок. Обе компании, Siemens и BHEL, являются ведущими игроками в области энергетики и предлагают широкий спектр продукции и услуг для удовлетворения потребностей своих клиентов.

Энергетическое машиностроение является важной отраслью мирового рынка, и его развитие определяется различными трендами

и факторами. Давайте рассмотрим некоторые из них. Технологические тренды играют ключевую роль в развитии энергетического машиностроения. Современные тенденции в этой области включают в себя совершенствование технологий генерации энергии. Например, создание энергоблоков с суперкритическими параметрами пара, что позволяет достичь более высокой эффективности за счет повышения рабочих температур и давления пара.

Также разрабатываются парогазовые установки на основе высокоэффективных газовых турбин и гидротурбинное оборудование мощностью более 1000 МВт. Другой важный тренд — технология сжигания угля в циркулирующем кипящем слое (ЦКС), особенно в новейших установках, где это осуществляется под давлением. Также отмечается стремление к созданию энергоблоков с высокими единичными мощностями (от 1500 МВт и более) в атомной энергетике, а также развитие технологий замкнутого топливного цикла ядерной энергетике с использованием реакторов-размножителей на быстрых нейтронах. Кроме того, в энергетическом машиностроении наблюдается стремление к совершенствованию структуры топливно-энергетического баланса и повышению его экономичности.

Это включает строительство энергоблоков на основе комбинированного парогазового цикла, снижение вредного воздействия электростанций на окружающую среду (в частности, снижение выбросов CO₂), снижение потерь электроэнергии в сетях и использование атомной энергии для неэлектрических целей, включая производство водородного топлива. Также исследуются новые виды генераторов синтеза газа и установок по производству биогаза. Третий тренд связан с повышением экономической привлекательности малой генерации. Это означает переход от генерации на континентальном уровне к городскому или даже микроуровню. Развиваются небольшие решения в области возобновляемой энергетики для распределенной или микрогенерации, а также внедрение «умных» сетей. В целом, развитие мирового рынка энергетического машиностроения определяется техническими и корпоративными трендами. Технологические тренды включают создание более эффективных и экологически чистых технологий генерации энергии, а также повышение экономической привлекательности малой генерации. В то же время, корпоративные тренды

включают стремление к совершенствованию структуры топливно-энергетического баланса и использованию новых видов генераторов и установок. Все эти тренды и факторы развития энергетического машиностроения являются важными для обеспечения устойчивого и эффективного энергетического сектора в мире.

Список литературы

1. Empowering the next generation. — Официальный сайт General Electric. URL: <https://www.ge.com/>. (Дата обращения: 03.04.2024).
2. Decarbonization of the industry: Partnering is key. — Официальный сайт Siemens. URL: <https://www.siemens-energy.com/global/en/home.html>. (Дата обращения: 02.04.2024).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ РАСПЛАВА
НА ГРАНИЦЕ «МЕТАЛЛ-ШЛАК» В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ
ТОНКОСЛЯБОВОЙ МНРС»

Батурин Д.А.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС», г.
Выкса*

Аннотация. В настоящее время процесс непрерывной разливки осуществляется с применением шлакообразующих смесей (ШОС), которые оказывают существенное влияние на качество непрерывнолитой заготовки и стабильность самого процесса. Постоянное повышение требований по качеству продукции и расширение разливаемого марочного и размерного сортамента заставляет металлургические предприятия испытывать новые составы ШОС. Таким образом, исследование рабочих параметров ШОС в условиях конкретного предприятия является актуальной задачей, имеющей практическое значение.

Ключевые слова: Непрерывная разливка, шлакообразующие смеси, основность, температура кристаллизации, вязкость.

В основе ШОС лежит трёхкомпонентная система $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, а именно ее низкотемпературные области. Эвтектические области диаграммы с отношением $\text{CaO/SiO}_2 = 0,9\text{--}1,2$ являются основой для шлакового расплава. Это одна из функциональных задач ШОС — сохранение заданных свойств шлакового расплава при ассимиляции неметаллических включений, в частности глинозёма. [1]

У всех ШОС существуют основные рабочие параметры, которые оказывают различное влияние на процесс непрерывной разливки. И как следствие на качество продукции. Такие как:

1. Основность. Основность представляет собой отношение основных элементов смеси (CaO/SiO_2). Известно, что основой удаления неметаллических включений является химическое взаимодействие

включений со шлаком. А так как сталь содержит обычно включения кислые или проявляющие кислотный характер, то для их рафинирования целесообразно применять более основной шлак.

2. Температура плавления и кристаллизации. Температура плавления ШОС представляет собой интервал температур между температурами ликвидус (T_l) и солидус (T_s). Температура солидус определяет толщину твёрдого и жидкого слоёв шлакового гарнисажа. Иначе говоря, (T_s) определяет протяжённость жидкого слоя по высоте кристаллизатора, что в свою очередь оказывает влияние на смазывающие свойства шлака. С увеличением основности смеси, при неизменном содержании остальных элементов, температура солидус повышается.

3. Вязкость при рабочей температуре (1300°C). Вязкость шлакового расплава является характеристикой работы ШОС и одним из основных критериев при разработке и подборе смеси. Функции вязкости (η) (или текучести $= 1/\eta$) ШОС:

- Определяет расход порошка и, следовательно, смазку оболочек;
- Захват шлака, как правило, связан с вязкостью шлака;
- Скорость эрозии погружаемого стакана пропорциональна текучести;
- Глубина следов качания на заготовке может быть сведена к минимуму путём выбора вязкости смеси.

Стоит также добавить, что вязкость шлакового расплава — главный фактор, характеризующий способность ШОС переходить в стеклообразное состояние. ШОС имеют высокую способность к стеклованию, так как в их основу входит до 40% SiO_2 . [2]

При изучении темы выявлено, что основной проблемой при разливе тонких слябов является нарушение равномерного распределения потоков по всему сечению кристаллизатора. Согласно данным физического моделирования в среднем диапазоне ширины сляба гидродинамические показатели более благоприятны. Соответственно данная проблема связана исключительно с геометрией и качеством изготовления погружных стаканов. Кроме гидродинамической картины жидкой стали в кристаллизаторе на стабильность процесса разлива и качественные показатели продукции оказывают ШОС.

Поэтому, были изучены свойства ШОС и их влияние на процесс разлива. ШОС выполняет ряд важных функций: теплоизоляция верхней части расплава, защита металла от вторичного окисления, ассимиляция неметаллических включений, смазывание стенок слитка для вытягивания его из кристаллизатора. Для чёткого выполнения требуемых функций смесь должна обладать определёнными параметрами для соответствующих условий (марочный сортament, скорость и температура разлива). К основным параметрам относятся: основность, температуры плавления и кристаллизации, вязкость.

На ЛПК в период с января 2021 г. по май 2023г. проводилось отслеживание дефектов рулона при прокате. А именно продольный дефект и раскатанное загрязнение, определения взяты из ГОСТ 21014–88 [3]. Для этого использовали многопроцессорный глаз от компании Parsytec. Учёт производился по правилам ГОСТ Р 5828–2018 [4].

Исходя из выше сказанного, было проведено сравнение рабочих параметров ШОС, которые используются на ЛПК АО «ВМЗ». Данные сравнения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Рабочие параметры различных ШОС

Название смеси	Основность CaO/SiO_2	Т пл., °C	Т кр., °C	ΔT , °C	Вязкость при 1300°C
Штатная ШОС №1	1,0	1080	1100	20	0,08
Опытная ШОС №1	0,96	1040	1180	40	0,099
Штатная ШОС №2	1,0	1100	1222	122	0,12
Опытная ШОС №2	1,28	1140	1239	99	0,075
Опытная ШОС №3	1,14	1060	1178	118	0,091

Представленные ШОС целесообразно рассматривать, предварительно разделив на две группы. Сделать это необходимо, так как смеси применяются для марок сталей с разным содержанием углерода.

Первая группа: штатная ШОС №1, альтернативная ШОС №1. Вторая группа — оставшиеся.

В рамках изучения взаимодействия металла со шлаком, был произведён анализ результатов работы МНРС на ЛПК АО «ВМЗ». Результаты проведённого анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние различных ШОС на качество рулона (период: янв.2021г. — май 2023г.)

Сортамент (по массовой доле углерода), %C	Обозначение ШОС	Количество рулонов, шт.	% рулонов с дефектом пов-ти		
			Продольный дефект	Раскатанное загрязнение	Суммарная доля дефектов
%C≤0,075	Штатная ШОС №1	42 839	0,87%	1,17%	2,04%
	Опытная ШОС №1	12 680	0,71%	0,69%	1,40%
%C≥0,24	Штатная ШОС №1	11 315	1,17%	2,70%	3,87%
	Опытная ШОС №1	5 126	1,35%	1,48%	2,83%
0,14-<%C- <0,24	Штатная ШОС №2	34 981	0,85%	1,88%	2,73%
	Опытная ШОС №2	9 038	0,80%	2,01%	2,81%
	Опытная ШОС №3	7 594	2,03%	0,67%	2,70%

Исходя из полученных результатов можно сделать следующие выводы.

Продольный дефект на рулонном прокате рассматривался как раскатанная продольная трещина на поверхности сляба, следовательно, причины его образования можно связывать с процессами теплопроводности при формировании первичной корочки в кристаллизаторе. Стоит отметить, что трещинообразование более присуще среднеуглеродистому сортаменту сталей из-за снижения пластичности. Поэтому для обеспечения необходимого теплового сопротивления при формировании корочки сляба среднеуглеродистого сорта-

мента, ШОС должна иметь повышенную основность и температуру кристаллизации.

Раскатное загрязнение поверхности проката связано с внедрением неметаллических включений в сляб в ходе разливки, что может быть обусловлено как поверхностными свойствами ШОС, так и образованием грубого гарнисажа в менисковой зоне. Тенденция более низкого загрязнения отмечается при использовании ШОС, которые отличаются более низкой температурой плавления (в сравнении в своих группах). Предположительно данный факт влияет на образование оптимальной жидкоподвижной толщины шлакового расплава на поверхности мениска и благоприятному переходу включений с границы фаз.

Список литературы

1. Выбор эффективных шлакообразующих смесей для кристаллизаторов высокопроизводительных слябовых МНЛЗ / Филиппов А.В.
2. Создание шлакообразующих смесей для непрерывной разливки слябовых заготовок на основе оценки их физико-химических параметров, обеспечивающих получение качественной продукции / Анисимов К.Н.
3. ГОСТ 21014-88 — Прокат черных металлов. Термины и определения дефектов поверхности.
4. ГОСТ Р 5828-2018 — Заготовка стальная непрерывнолитая. Методы контроля и оценки макроструктуры.
5. ТИ-С-17-99637759-2009 Технологическая инструкция «Непрерывная разливка стали на тонкослябовой одноручьевой вертикально-криволинейной МНЛЗ»
6. Монография «Непрерывная разливка сталей» К.Н. Вдовин; В.В. Точилкин; И.М. Ячиков.
7. Влияние типа погружного разливочного стакана на структуру потоков жидкой стали в кристаллизаторе тонкослябовой МНРС / В.М. Сафонов, В.Г. Борисевич, В.В. Кислица, Д.В. Мороз.
8. Разработка физической модели кристаллизатора тонкослябовой МНРС ЛПК, филиал АО «ОМК-СТАЛЬ» г. Выкса / Д.А. Пышкин; В.М. Сафонов.

9. Исследование гидродинамических процессов в кристаллизаторе тонкослябовой МНРС / Д.А. Пышкин; В.М. Сафонов; Д.Г. Еланский.
10. Validating and Identifying Continuous Casting Events Using Downstream Feedback from Automated Surface Intelligence Systems TM (ASIS) E.M. Dillon; M. Sohm; D. Peters
11. Water Modeling of Stirring and Braking Processes in a Slab Caster Mold Hongliang Yang; F. Tehranchi; Jan Erik Eriksson
12. Design of a Submerged Entry Nozzle for Thin Slab Molds Operating at High Casting Speed / Rodolfo D. Morales, Yong Tang, Gerald Nitzl, Cristoph Eglsaer and Gernot Hackl.
13. Physical modeling of steel delivery during thin slab continuous casting / M. Meratian, A. Hadjari.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВОК ВЕДОМЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ГРУЗОВЫХ И МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВОЗОВ И ЭЛЕКТРОВОЗОВ

А.С. Березин, А.Ю. Сутягин, М.А. Зимин

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В данной работе выделены основные этапы всей технологической цепочки для производства заготовок зубчатого колеса. Представлены результаты разработки технологии и освоения производства заготовок ведомых зубчатых колес, грузовых, маневровых тепловозов и электровозов. Обозначены основные критерии достижения поставленных задач и выполнения технических требований заказчика.

Ключевые слова: зубчатое колесо, двойная термическая обработка, импортозамещение.

Большинство стран мира, сталкиваясь с внешним воздействием из-за ограничения импорта, стимулируют процесс импортозамеще-

ния при индустриализации. Именно тематика замены на внутреннем рынке товаров иностранного производства отечественными аналогами является одной из ключевых стратегий государственной экономической политики РФ.

Основными целями данной стратегии является достижение технологического суверенитета, стимулирование развития национального производства, защита экономических интересов государства, а также снижение геополитических и валютных рисков.

На фоне отсутствия поставок импортной продукции «Уральские локомотивы» производители железнодорожного машиностроения столкнулись с дефицитом комплектующих для локомотивов, в частности с поставками зубчатых колес.

Поддерживая тенденцию сокращения импортируемой продукции, освоения новых технологий, а также расширения выпускаемой инновационной продукции, колесопрокатный цех совместно со специалистами инженерно-технологического центра выксунского завода ОМК, обсудив применимость оборудования технологической линии и осуществления технических требований к новой продукции, приступили к ее освоению.

Основными критериями достижения поставленной задачи и выполнения технических требований заказчика является: распределение металла при горячей пластической деформации, равномерное распределение припусков при механической обработке, получение требуемых физико-механических свойств; однородность и мелкозернистость структуры металла.

Разработанный технологический процесс кардинально отличается и в то же время имеет очень много схожих элементов, как при классическом для КППЦ производстве цельнокатаных колес.

Отличительная особенность процесса горячей пластической деформации — марочный сортамент, низкая температура нагрева металла, отсутствие раскатки заготовки, двойная термическая обработка (нормализация, отпуск).

Для производства заготовок зубчатого колеса (рисунок 1) разработанная технология производства, начиная с заготовительного участка и по всей технологической цепочке:

— рассчитан и разработан раскрой НЛЗ с целью получения заданной по массе заготовки;

— разработана технологическая схема деформирования и спроектирован инструмент деформации для получения точных геометрических параметров черновых колес с оптимальным припуском на механическую обработку;

— специалистами ИТЦ разработаны режимы нагрева и термической обработки заготовки;

— разработаны геометрические параметры и технические требования к заготовке по технологическому процессу для получения равномерного припуска металла по всем элементам заготовки для окончательной механической обработки.

В процессе опытно-промышленного опробования технологии возникли проблемы с перемещением заготовки по линии УС и распределением металла по калибру, на что были разработаны мероприятия по предотвращению опрокидывания заготовок на шагающем конвейере перед первой нагревательной печью, обеспечению поднятия заготовок над подом печи машины выгрузки, необходимости демонтажа кантователя и щеток перед прессом 5000 т.с., увеличению расстояния направляющих угловой передачи и рамы досылателя для прохождения заготовок, обеспечению прохождения заготовок через навешиватели камер замедленного охлаждения и печах изотермической выдержки, а также пересмотрена калибровка и инструмент деформации по итогам пробного проката.

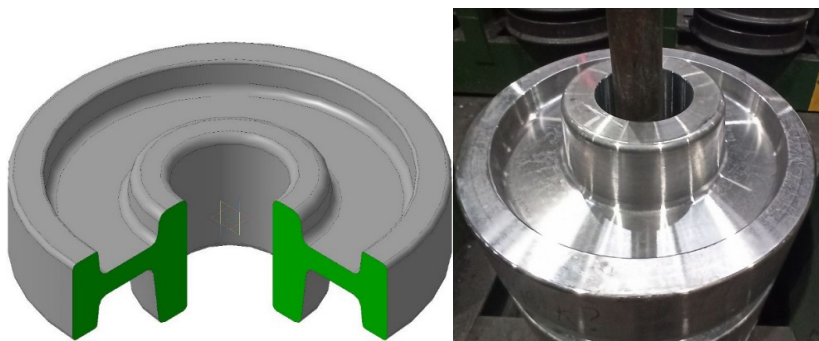


Рисунок 1. Заготовка зубчатого колеса

Для компании это первый и уникальный опыт в освоении производства заготовок ведомых зубчатых колес для тепловозов, электровозов, который является перспективным направлением развития колесопрокатного производства. Прделанные опытно-конструкторские и технологические работы позволили внедрить технологию и отгрузить первую партию заготовок зубчатых колес для тепловозов и электровозов, наметить дальнейшие пути развития колесопрокатного производства и расширения сортамента выпускаемой продукции. Экономический эффект от выполнения заказа со сроками до конца 2024 года за счет маржинальной прибыли составит около 55 млн. рублей.

Список литературы

1. Производство железнодорожных колес. Г.А. Бибик, А.М. Иоффе — М., «Металлургия», 1982 — 232с.
2. Машины, агрегаты и производство железнодорожных колес и кольцеобразных профильных изделий: учебное пособие, В.П. Романенко, В.А. Тюрин, А.С. Фомин — В: ВФ МИСИС, 2006. — 117с.
3. Оборудование комплексов для производства железнодорожных колес (технологические и прочностные расчеты): Учебное пособие. В.П. Романенко, Е.А. Харитонов, М.А. Волков — Выкса: Выксунский филиал НИТУ «МИСИС», 2010 — 171с.
4. Колесопрокатные станы вертикального типа: Учебное пособие. В.П. Романенко, А.Р. Вильданов — Выкса: Выксунский филиал НИТУ «МИСИС», 2016 — 58с.
5. Технология и оборудование колесопрокатного производства: учебное пособие / В.П. Романенко — Выкса: Выксунский филиал НИТУ «МИСИС», 2019 — 137с.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ МАРКИ СТАЛИ 09ГСФ В УСЛОВИЯХ ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНОГО КОМПЛЕКСА

Диянов С.В., Кочеткова О.И., Разин В.Д.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В данной статье проведен обзор современного производства трубной марки стали с требованиями по коррозионной стойкости 09ГСФ в условиях Литейно-прокатного комплекса АО «ВМЗ», статистический анализ данных массива паспортов плавок двух вариантов исполнения 09ГСФ по технологической схеме ДСП-АКП-УВД-МНРС.

Ключевые слова: коррозионностойкая сталь, неметаллические включения.

С развитием нефтегазового сектора экономики произошло не только увеличение объемов производства трубной продукции, но и постоянно ужесточаются требования к качеству производимого сортамента. В последние годы наметился существенный прогресс в развитии новых марок трубных сталей для транспортировки нефти / газа и нефтепромысловых труб с повышенной коррозионной стойкостью.

Коррозионной стойкостью обладают стальные изделия, на поверхности которых в агрессивных средах образуется прочная пассивирующая плёнка, препятствующая проникновению и взаимодействию агрессивного вещества с более глубокими слоями металла.

Основная продукция Литейно-прокатного комплекса — высококачественный прокат различных категорий прочности с особыми свойствами для обеспечения заготовкой собственного производства электросварных труб. [1,2].

Марка 09ГСФ является легированной, конструкционной сталью повышенной коррозионной стойкости и хладостойкости. Характер-

ной особенностью данной марки является микролегирование ванадием, ниобием, титаном с целью воздействия на процессы структурообразования на различных стадиях технологического процесса [3] и повышения прочности по механизму дисперсионного твердения [4]. Оборудование комплекса позволяет производить также широкий марочный сортамент рулонного проката для применения в машиностроении, судостроении, автомобилестроении и других отраслях промышленности.

Технологическая схема ЛПК представлена агрегатами ДСП-АКП-УВД-МНРС (рисунок 1).

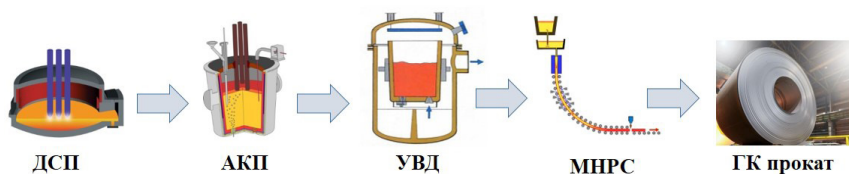


Рисунок 1. Технологическая схема производства ЛПК АО «ВМЗ»

В составе ЭСПЦ входит следующее основное технологическое оборудование:

- дуговая сталеплавильная печь (ДСП) с массой плавки 180 т;
- двухпозиционный агрегат ковш-печь (АКП). Задачи: Корректировка металла по температуре, химическому составу и синхронизации работы с МНРС.
- двухкамерный вакууматор (УВД). Задачи: проведение глубокого вакуумирования металла, микролегирования, а также модифицирования стали силикокальциевой или инъекционной проволокой.
- одноручьевая тонкослябовая машина непрерывной разливки стали (МНРС) — для получения слэбов следующих параметров: ширина — 800÷1800 мм, толщина 90÷105 мм.
- агрегаты производства горячекатаного рулонного проката.

Для проведения анализа использованы данные 150 плавов марки стали 09ГСФ с требованиями по коррозионной стойкости в двух производимых модификациях, условно обозначенные 1 и 2. Основные отличия между вариантами исполнения заключаются в содержании ванадия, титана и ниобия.

При анализе энерготехнологических параметров отмечено, что среднее время «tap to tap» составило с учётом простоев ~61 минуту (без их учёта — около 49 минут), времени работы ДСП под током 36-37 мин, расход э/э 409-415 кВт*ч/т, газообразного кислорода 34-36 м³/т (рисунок 2).

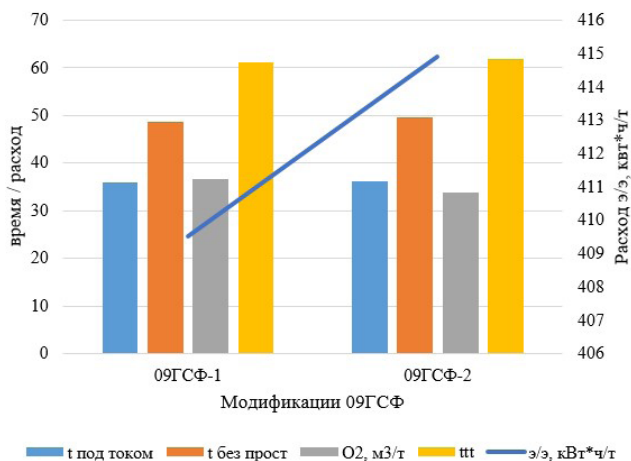


Рисунок 2. Средние значения технологических процессов и удельных расходов

Проведен анализ изменения содержания примесей (фосфора, азота, серы) по технологическим агрегатам выплавки и внепечной обработки (рисунки 3-4).

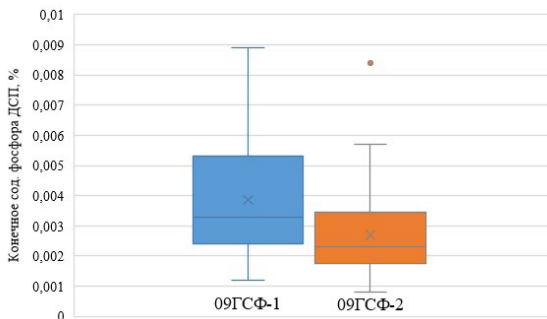


Рисунок 3. Диаграмма размаха изменения содержания фосфора на ДСП

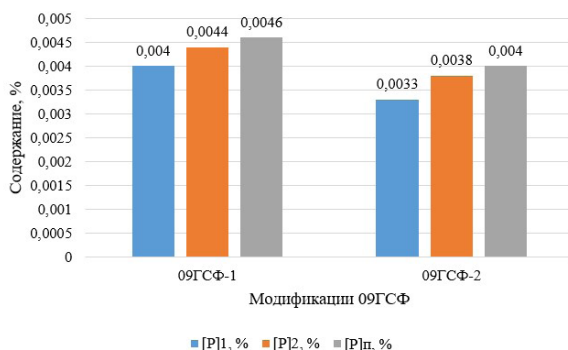


Рисунок 4. Изменение среднего содержания фосфора в пробах металла АКП

$[P]_1$, $[P]_2$, $[P]_п$ означают порядок отбора проб (первая, вторая, последняя). Согласно диаграмме, представленной на рисунке 3 среднее значение фосфора в ДСП составило 0,0038 и 0,0027 % соответственно. При этом значение медианы — ниже среднеарифметического значения (0,0033 и 0,0023 % соответственно). На рисунке 4 показано увеличение содержания фосфора по мере обработки металла на АКП (влияние попадания печного шлака и отдачи материалов). Содержание фосфора на АКП в случае с 09ГСФ-2 меньше (0,0033-0,0040 % согласно пробам металла). Аналогично, построены диаграммы (рисунки 5-6) изменения среднего содержания азота и серы на этапе внепечной обработке (АКП, УВД).

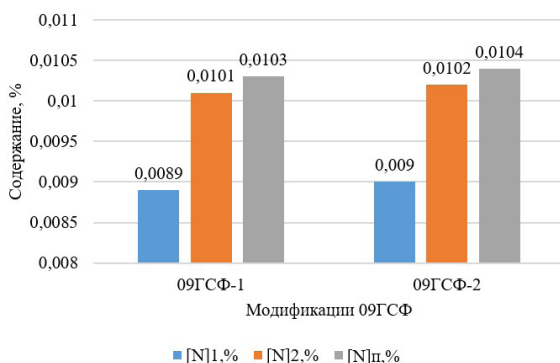


Рисунок 5. Изменение среднего содержания азота в пробах металла АКП

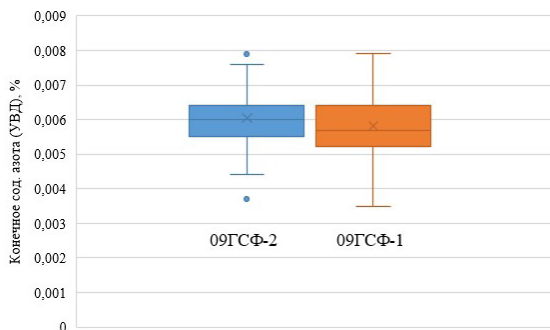


Рисунок 6. Диаграмма размаха изменения содержания азота на УВД

Известно, что прирост содержания азота в металле в момент его выпуска из ДСП с в сталеразливочный ковш. Содержание [N] при сравнении двух марок имеют похожие значения и тенденции к дальнейшему изменению в технологической цепочке. Первая модификация имеет более широкий размах по минимальному и максимальному значениям. После процесса глубокого вакуумирования с длительностью не менее 15 минут содержание азота в обоих случаях составляет около 0,0060 % и водород около 0,0002 %.

Известно, что сера является вредной примесью. Сера увеличивает истираемость стали, понижает сопротивление усталости и уменьшает коррозионную стойкость. На рисунке 7 представлен результат анализа изменения среднего содержания серы в пробах металла АКП. Содержание серы в двух вариантах имеют примерно равные значения (0,0016 %), но в процессе вакуумной обработки среднее значение при производстве ответственных марок сталей, в частности, 09ГСФ, составляет 0,0010% масс.

Выводы. Производимая в условиях Литейно-прокатного комплекса сталь марки 09ГСФ имеет повышенные требования к содержанию вредных примесей (сера, фосфор, азот, водород). Титан увеличивает прочность, коррозионную стойкость и улучшает обрабатываемость сталей. Ниобий в стали (0,025-0,032 %) повышает коррозионную стойкость и устойчивость сталей к воздействию кислот, ванадий (0,045-0,065 %) повышает прочность, твердость и плотность сталей.

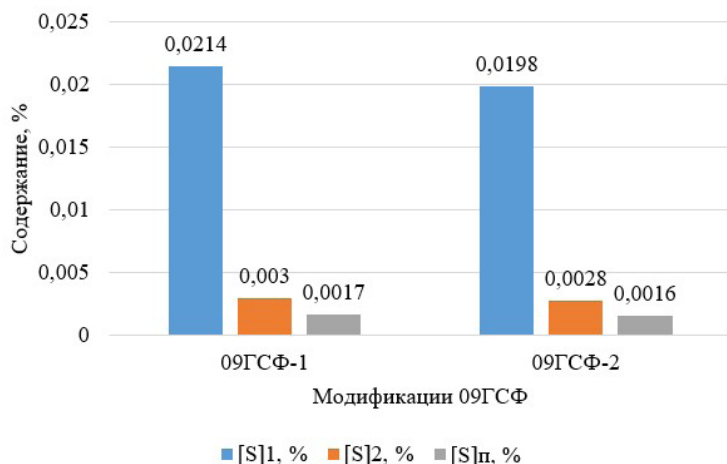


Рисунок 7. Изменение среднего содержания серы в пробах металла АКП

Проанализированные данные паспортов плавок указывает на достаточные технологические возможности для обеспечения чистоты стали и уровня механических свойств.

Список литературы

1. Кислица В.В., Ламухин А.М., Исаев О.Б. и др. Литейно-прокатный комплекс — новые технологии в производстве рулонного проката трубного назначения // Бюл. Черная металлургия. №4. 2013. С. 50–56.
2. Ламухин А.М., Дубинин И.В. Пуск литейно-прокатного комплекса и освоение производства высококачественного проката для электросварных труб // Металлург. № 1. 2010. С. 38–44
3. Матросов Ю.И., Литвиненко Д.А., Голованенко С.А. Сталь для магистральных газопроводов. М.: Металлургия, 1989. 288 с.
4. Гольдштейн М.И., Фарбер В.М. Дисперсионное упрочнение стали. М.: Металлургия, 1979. 208 с.
5. Явойский, В.И. Неметаллические включения и свойства стали/ В.И. Явойский, Ю.И. Рубенчик, А.П. Окенко. — М.: Металлургия, 1980. — с. 176.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ ОБРАЗОВАНИЯ НЕВЫФОРМОВАННЫХ УЧАСТКОВ НА НАРУЖ- НОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОБСАДНЫХ ТРУБ ГРУППЫ ПРОЧНОСТИ K55

Добротин Г.С., Багмет О.А., Баранова О.А.
АО «Выксунский металлургический завод», г. Выкса

Аннотация. В данной работе проведены исследование природы образования невыформованных участков на наружной поверхности обсадных труб диаметром 168,28 мм и 177,8 мм. Определение структурных изменений выполнялись при помощи оптической микроскопии, атомно-эмиссионной спектроскопии и твердомерии. Разработка решения для снижения вероятности образования дефектов формовки выполнялись в лабораторных условиях при помощи камерной электрической печи с различными температурами отпуска.

Ключевые слова: обсадные трубы, невыформованные участки, формовка, отпуск, нижний бейнит.

В процессе визуального контроля обсадных труб группы прочности K55 наблюдались плоские невыформованные участки произвольных размеров овальной формы, вытянутые вдоль направления прокатки и оси труб (рисунок 1). Данная продукция регулярно отбраковывалась, что послужило поводом для исследования данного дефекта.

Исходя из этого, целью данной работы является определение природы образования невыформованных участков на наружной поверхности обсадных труб группы прочности K55 и разработка решения для снижения вероятности образования данных дефектов после формовки.

Для изучения микроструктуры и замера твердости заготовки под металлографические шлифы отбирали от труб диаметром 168,28 мм и 177,8 мм [1]. Механические испытания на растяжение проводили на продольных плоских полнотолщинных образцах длиной 120 мм и шириной рабочей зоны 10 мм, изготовленных по месту и за пределами невыформованных участков в соответствии с ГОСТ 10006-80 из труб диаметром 244,5 мм [2]. Отпуск заготовок исследуемых образцов выполнен в лабораторных условиях в камерной электри-



Рисунок 1. Типичный внешний вид невыформованного участка на наружной поверхности исследуемой трубы группы прочности K55 типоразмером $\text{Æ}168,28 \times 7,32$ мм

ческой печи при температурах: 300, 400, 500, 600, 650 и 680 °С с выдержкой в течении одного часа и охлаждением на воздухе. Для проверки гипотезы происхождения этих плоских участков на наружной поверхности труб в результате науглероживания на сталеплавильном переделе поверхностных слоев металла, в ОАЛ ЦЗЛ методом атомно-эмиссионного спектрального анализа по ГОСТ Р 54153-2010 был проведен анализ химического состава наружной (НП) и внутренней (ВП) поверхностей трубы типоразмером $\text{Æ}244,5 \times 7,92$ мм на образце, отобранном от невыформованного участка [3]. Отличий по химическому составу между НП и ВП трубы, в том числе и по содержанию углерода, не обнаружено.

Металлографический анализ показал, что в зоне невыформованных участков в исследуемых трубах наблюдалась зона повышенной травимости с твердостью $305 \div 360 \text{ HV}_1$, распространяющаяся от внутренней поверхности труб на глубину до ~ 3 мм. В этой зоне структура состоит в основном из нижнего бейнита реечной морфологии и небольшого количества зернограничного феррита. За пределами зоны повышенной травимости твердость составляла $265 \div 295 \text{ HV}_1$ и структура представляла собой смесь феррита и верхнего бейнита с кристаллами α -фазы игольчатой и зернистой морфологии (рисунок 2).

Полученные результаты химического и металлографического анализов позволяют утверждать, что рассматриваемые невыформованные участки на НП труб исследуемого сортамента образовались в результате формирования различной структуры на противоположных поверхностях рулонного проката. Это микроструктурное отличие обусловлено не различием в химическом составе металла, а определялось различной скоростью охлаждения проката после завершения деформации в чистовой клети ЛПК при его производстве [4].

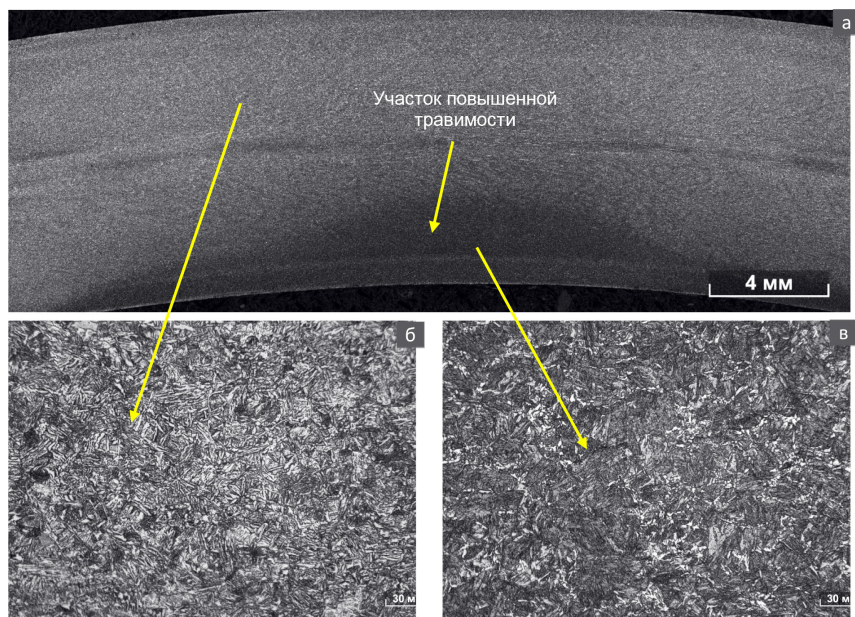


Рисунок 2. Макро-(а) и микроструктура в зоне невыформованного участка (б) и с противоположной стороны возле наружной поверхности (в) исследуемой трубы группы прочности K55 типоразмером $\varnothing 177,8 \times 9,19$ мм

Выводы

Установлена природа образования невыформованных участков на наружной поверхности обсадных труб группы прочности K55, появление которых при формовке труб обусловлено существенным отли-

чием прочности и пластичности металла на противоположных поверхностях рулонного проката, определяемое различной скоростью охлаждения раскатов после завершения деформации в чистовой клети литейно-прокатного комплекса.

Для снижения вероятности образования плоских невыформованных участков на наружной поверхности обсадных труб группы прочности K55 после их формовки, предложен новый режим термомеханической обработки рулонного проката в условиях литейно-прокатного комплекса, предусматривающий снижение температуры завершения прокатки с 840 °С до 820-800 °С, уменьшение скорости охлаждения металла в установке ускоренного охлаждения, что позволило повысить однородность свойств по толщине и исключить формирование прочного непластичного речного бейнита в поверхностных слоях раскатов.

С целью достижения при статических испытаниях на растяжение комплекса механических свойств группы прочности K55 в соответствии с требованиями ГОСТ 31446-2017, в том числе и по пределу текучести в диапазоне 379-552 МПа, для обсадных труб малого диаметра предложено в качестве итоговой технологической операции применять форсированный объемный высокий отпуск при температуре 620 °С в течение 30-40 минут.

Список литературы

1. Сметанин К.С. Применение современных методов исследования структуры при разработке новых технологий производства проката и труб / О.А. Багмет, С.К. Ефимов, К.С. Сметанин // Развитие технологий производства стали, проката и труб на Выксунской производственной площадке: сб. трудов под общ. ред. А.М. Барыкова. — Металлургиздат, 2016. — С. 118-170.
2. ГОСТ 1497 Металлы. Методы испытаний на растяжение.
3. ГОСТ 54153 Сталь. Метод атомно — эмиссионного спектрального анализа.
4. Эфрон Л. И. Металловедение в «большой» металлургии. Трубные стали. М.: Металлургиздат, 2012. 696 с.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ МАРКИ СТ2ПС С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА

Едемский В.А., Кулыгин С.В.

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС», г.
Выкса

Аннотация. в данной статье рассмотрена углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества марки Ст2пс, которая применяется для изготовления промышленных механизмов и возведения строительных конструкций. Изучен химический состав стали и его влияние на механические свойства. Произведен сравнительный анализ результатов производства «классической» среднеуглеродистой стали марки Ст2пс и результатов производства стали данной марки с низким содержанием углерода в условиях литейно-прокатного комплекса АО «ВМЗ».

Ключевые слова: углеродистая сталь обыкновенного качества, химический состав, механические свойства, среднеуглеродистая сталь, низкоуглеродистая сталь.

Конструкции и механизмы, применяемые в промышленности или строительстве, должны отвечать повышенным требованиям прочности. Для их изготовления применяется материал, обладающий особыми технологическими качествами, одним из которых и является углеродистая сталь обыкновенного качества марки Ст2пс [1].

Сталь Ст2пс применяется для ответственных деталей, требующих повышенной пластичности или глубокой вытяжки, малонагруженных элементов сварных конструкций, работающих при постоянных нагрузках и положительных температурах [2].

Химический состав стали на соответствие марки проводят методами количественно-химического анализа по ГОСТ 22536.0 — ГОСТ 22536.12 «Сталь углеродистая» и ГОСТ 12344 — ГОСТ 12361, ГОСТ 12365 «Стали легированные и высоколегированные». Либо спектраль-

ным методом анализа по ГОСТ Р 54153 «Сталь. Метод атомно-эмиссионного спектрального анализа»

Химический состав рулонного проката из стали марки Ст2пс поставляемого по ГОСТ 16523-97 «Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия» должен соответствовать ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (таблица 1).

Таблица 1. Химический состав стали по ГОСТ 380-2005, масс %

Марка стали	Код по ГОСТ 16523-97	Химический состав, %									
		C max	Si	Mn max	P max	S max	N max	As	Cr	Ni	Cu
Ст2пс	OK300В	0,15 +0,03	0,05-0,15 +0,03 -0,02	0,5 +0,05	0,040 +0,005	0,050 +0,005	0,012 +0,002	≤0,08	≤0,30	≤0,30	≤0,30
Примечание При раскислении стали марки Ст2пс другими раскислителями, не содержащими кремний, а также несколькими раскислителями (ферросилицием и алюминием, ферросилицием и титаном и др.) массовая доля кремния в стали допускается менее 0,05%.											

На АО «ВМЗ» наряду с «классической» технологией производства среднеуглеродистой стали марки Ст2пс с содержанием углерода 0,14-0,15% (внутреннее название марки стали Ст2пс-1) была разработана технология производства стали марки Ст2пс с низким содержанием углерода 0,065-0,075% (внутреннее название марки стали Ст2пс-4), а также были разработаны технические условия ТУ 0908-067-73797897-2014 «Прокат рулонный горячекатаный из углеродистой стали марок Ст2пс, 10, 20».

Химический состав рулонного проката по ТУ 0908-067-73797897-2014 «Прокат рулонный горячекатаный из углеродистой стали марок Ст2пс, 10, 20» представлен в Таблице 2 [3].

Таблица 2. Химический состав стали
по ТУ 0908-067-73797897-2014, масс. %

Марка стали	Химический состав, %									
	C	Si	Mn	P	S	N	As	Cr	Ni	Cu
	не более или в пределах									
Ст2пс	0,04-0,18	0,03-0,18	0,55	0,025	0,015	0,012	0,080	0,35	0,35	0,30

Необходимо отметить, что с точки зрения выплавки, низкое содержание углерода ведет к определенному увеличению расходного коэффициента металла (РКМ), ввиду более высокой окисленности металла на выпуске из ДСП (процесс обезуглероживания и как следствие — дополнительный угар железа), в связи с чем при обработке на УКП происходит дополнительное раскисление металла алюминием. Для сравнения установленные нормативы РКМ на производство Ст2пс-1 и Ст2пс-4 составляют 1,123 т/т и 1,130 т/т соответственно. Необходимо отметить, что низкое содержание углерода позволяет находиться в безопасной области от диапазона перитектики, что благоприятно влияет на стабильность процесса разливки стали и меньшей вероятности прорывов. При производстве Ст2пс-4 замечаний по колебанию уровня металла в кристаллизаторе и нестабильности процесса разливки на рабочих скоростях не отмечено. С точки зрения прокатного производства, отличий в технологических режимах, установленных в НД, нет, за исключением возможных допустимых отклонений нагрева слябов в туннельной печи.

Проведен сравнительный анализ механических свойств металлопроката Ст2пс от содержания углерода. Графики представлены на рисунках 1-3.

Из рисунка 1 видно, что среднее значение временного сопротивления σ_B для:

— Ст2пс-1 составило 440 МПа с диапазоном min-max — 415-475 МПа;

— Ст2пс-4 составило 404 МПа с диапазоном min-max — 375-455 МПа.

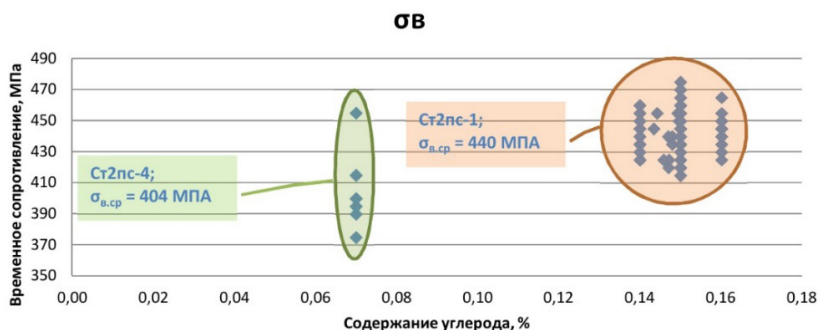


Рисунок 1. Временное сопротивление

При этом, согласно требованиям ТУ 14-1-3579-83 [4] и ГОСТ 16523-97 [5], временное сопротивление разрыву должно находиться в интервале 300-480 МПа и как показывают результаты испытаний, Ст2пс-4 находится ближе к средним значениям требований НД.

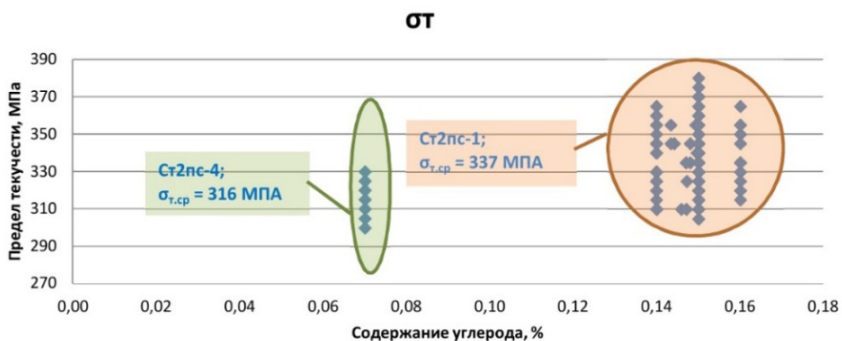


Рисунок 2. Предел текучести

Среднее значение предела текучести σ_t для:

- Ст2пс-1 составило 337 МПа с диапазоном min-max — 305-380 МПа;
- Ст2пс-4 составило 316 МПа с диапазоном min-max — 300-330 МПа.

Согласно ТУ 14-1-3579-83 предел текучести не нормируется, по ГОСТ 16523-97 — не менее 215 МПа.

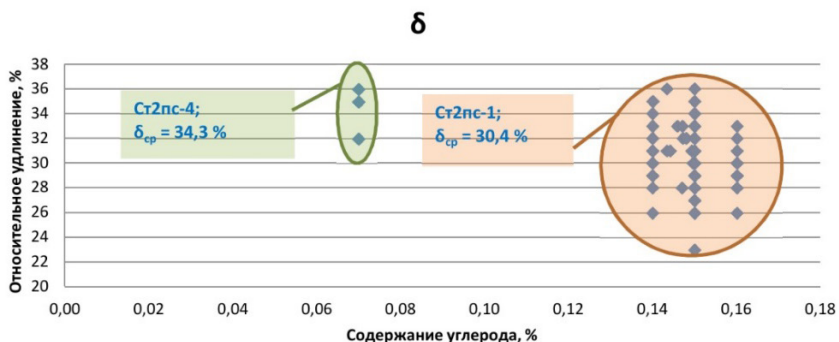


Рисунок 3. Относительное удлинение

Среднее значение относительного удлинения δ для:

- Ст2пс-1 составило 30,4 % с диапазоном min-max — 23-36 %;
- Ст2пс-4 составило 34,3 % с диапазоном min-max — 32-36 %.

Согласно ТУ 14-1-3579-83 относительное удлинение δ не менее 23%, по ГОСТ 16523-97: для толщины проката до 2,00 мм включительно не менее 21%, для толщины свыше 2,00 мм — 23%.

Что касается испытаний на изгиб до параллельности сторон, получены положительные результаты на весь аттестованный металлопрокат.

Необходимо отметить, что снижение прочностных свойств и увеличение пластичности готового проката в дальнейшем положительно сказывается при формовке полосы в трубу, так как при этом затрачивается меньше усилий, и, как следствие, снижается износ оборудования.

Выводы

Снижение содержания углерода при производстве стали марки Ст2пс до 0,065...0,075 % ведёт к:

1. Увеличению РКМ при выплавке стали оценочно от 1 % до 3 % максимум;
2. Повышению стабильности разливки и снижению вероятности прорывов на МНЛЗ;

3. Лучшим показателям по механическим свойствам — снижению прочностных характеристик к границе средних нормативов и увеличению пластичности металла;
4. Снижению усилий при формовке в клетях при трубном переделе.

Список литературы

1. В.А. Катаев «Методы исследования фазового состава и свойств углеродистой стали» учебно-методическое пособие, издательство Уральского университета — 87 с.
2. ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» — 2 с.
3. АО «ВМЗ» ТУ 0908-067-73797897-2014 «Прокат рулонный горячекатаный из углеродистой стали марок Ст2пс, 10, 20» — 23 с.
4. ТУ 14-1-3579-83 «Прокат рулонный горячекатаный из стали нелегированной качественной и обыкновенного качества» — 17 с.
5. ГОСТ 16523-97 «Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия» — 16 с.

УДК 669.1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАРОК СТАЛЕЙ НА АО «РУСПОЛИМЕТ»

Зайцев И.А., Пужалов И.В.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС», г.
Вькса*

Аннотация. Коррозионностойкая сталь на сегодняшний день играет большую роль и является важнейшим материалом в атомной промышленности. ОА «Русполимет» является производителем специальных сталей и сплавов и изделий из них. В этой статье бу-

дет рассмотрен технологический процесс производства коррозионностойких марок сталей в условиях АО «Русполимет»

Ключевые слова: *коррозионностойкие марки сталей, технологический процесс, электрошлаковый переплав*

В современных реалиях доля коррозионностойкой стали занимает около 3% от всей произведенной стали в мире, но с каждым годом эта цифра медленно, но все же растет. Доля России, по данным Росстата, в производстве нержавеющей стали составляет менее 0,4%, что составляет около 200 тыс. тонн в год [1]. При этом примерно половина этого объема выпускается на металлургических предприятиях и используется для производства товарного проката и труб, а остальное — на крупных машиностроительных заводах, где слитки из нержавеющей стали задействованы в дальнейшем производственном процессе по получению готовых изделий. Нержавеющая продукция используется в первую очередь, высокотехнологические отрасли: оборонная промышленность, авиастроение, машиностроение, производство медицинской техники, а так же в нефтегазоперерабатывающей, химической, фармацевтической, пищевой промышленности и др.

К нержавеющей или коррозионностойким маркам относят высоколегированные стали, проявляющие устойчивость к коррозии в атмосфере и в агрессивных средах. Некоторые марки (жаростойкие) сохраняют эти свойства при высоких температурах, а жаропрочные нержавеющей стали еще и обладают при высоких температурах механической прочностью.

Выплавка нержавеющей стали, особенно низкоуглеродистых, сопряжена с рядом трудностей, в том числе с необходимостью переработки отходов, так как содержание дорогостоящих легирующих составляющих в нержавеющей стали — хрома, никеля, вольфрама, молибдена — может достигать 35—40%. При чем сохранность таких элементов как никель при переплаве не является проблемой. Отходы нержавеющей стали необходимо перерабатывать такими способами, которые позволяют в максимальной степени сохранить хром. Это возможно при ведении плавки без окисления. Недостатком этого способа является повышение содержания углерода и водорода в металле. Только применение газообразного кислорода позволило по-

лучать высококачественную нержавеющую сталь с низким содержанием углерода на шихте, содержащей до 100% отходов, но при этом были значительные потери хрома.

На сегодняшний день технологический процесс производства нержавеющих марок сталей без потерь хрома и получением низких значений кислорода выполняется по схеме дуговая сталеплавильная печь — агрегаты внепечной обработки (ковш-печь, вакууматор).

На АО Русполимет выплавка коррозионностойких марок сталей и сплавов осуществляется по нескольким схемам, представленных на рисунке 1.

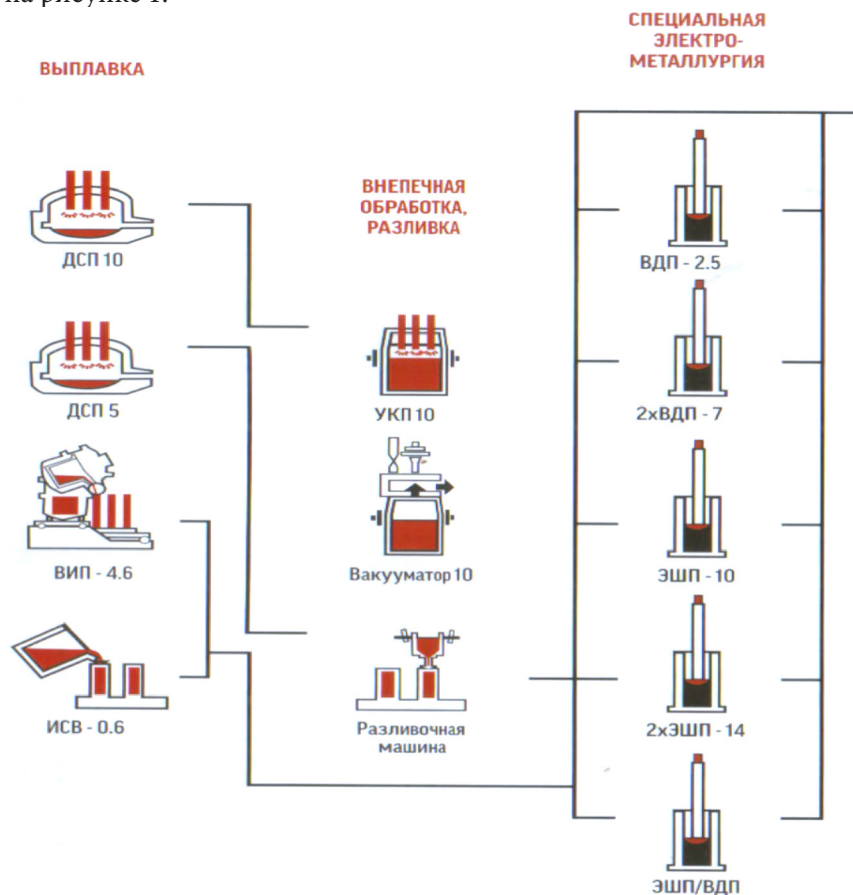


Рисунок 1. Схемы выплавки стали в условиях АО Русполимет

В данной статье будет рассмотрена схема открытой выплавки ДСП-АКП-ВКР-Разливка. Процесс начинается с подготовки шихты, в состав которой входит более 50% отходов выплавляемой марки. В этом случае дуговая электропечь используется как агрегат для предварительного расплавления шихты с целью получения полупродукта для дальнейшей обработки плавки в агрегатах печь-ковш (АКП) и вакуум-кислородного (VOD) рафинирования.

Современные способы внепечной обработки позволяют решать следующие задачи:

- выравнивание химического состава и температуры металла по всему объему ковша;
- корректировка химического состава стали подачей ферросплавов в строго заданных количествах;
- удаление кислорода, водорода, азота;
- достижение пониженных значений содержания углерода;
- десульфурация металла;
- достижение высокой чистоты по окисдным и сульфидным включениям
- корректировка химического состава ковшевого шлака;
- повышенная производительность сталеплавильных агрегатов и улучшение технико-экономических показателей их работы.

К созданию современных технологических вариантов привели многочисленные исследования сложных процессов, сопровождающих совместное окисление углерода и присутствующих в расплаве легирующих, в первую очередь, хрома. Решающим фактором для внедрения современных технологий производства явились их преимущества в экономичности за счёт снижения безвозвратных потерь легирующих, в процессе окислительного периода [2].

К развитию методов вакуумирования привел спрос на чистые и высококачественные стали. Основным способом вакуумирования является вакуумирование стали в ковше, которое имеет технологические преимущества, такие как:

- простота в эксплуатации;
- возможность рафинирования стали под вакуумом;
- возможность вакуумирования нераскисленной стали, что позволяет использовать углерод как раскислитель и обеспечить сохранность хрома;

— при обработке стали под низким вакуумом содержание водорода снижается с 6-8 до 1,5-2 ppm, азота с 80-70 до 70 ppm, а при длительном вакуумировании до 40 ppm.

В связи с мелкосерийностью и спецификой производства на ОА Русполимет, разливка готового металла производится в слитки, как сверху, так и сифонным способом, в зависимости от дальнейшей операции в технологической цепочке завода. Слитки, разливаемые сверху, используются в качестве расходных электродов при переплаве на установках спецэлектрометаллургии, таких как ВДП и ЭШП.

Переплавные процессы обеспечивают повышенное качество сталей и сплавов и улучшает их физико-химические свойства. Направленная кристаллизация обеспечивает более качественную структуру металла, отсутствие взаимодействия металла с атмосферой позволяет очистить металл от газов, примесей и неметаллических включений, что в целом увеличивает не только общее качество выплавляемого металла, но и удовлетворяет требованиям, выдвигаемым новыми отраслями техник.

Выводы

1. Внепечная обработка стали на агрегатах ковш-печь с дальнейшим вакуумно-кислородным рафинированием, позволяет выплавить коррозионностойкую сталь без потерь хрома и при этом получить металл с низким содержанием углерод.
2. Технологический процесс выплавки коррозионностойкой стали на АО «Русполимет» позволяет получать высококачественный металл, и использовать его для изготовления продукции ответственного назначения.
3. Переплав металла открытой выплавки на агрегатах спецэлектрометаллургии позволяет улучшить качественные характеристики коррозионностойких сталей

Список литературы

1. Национальный исследовательский университет. Высшая школа экономики. Центр развития Рынок нержавеющей металлопроката. Доклад за авторством Волкова А.В.

2. Инновационное развитие электросталеплавильного производства/Шалимов А.Г., Семин А.Е., Галкин М.П., Косырев К.Л. Монография. М.: Металлургия, 2014. 308 с.Ил.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ ОБРАЗЦОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ FDM, ПРИ ИСПЫТАНИИ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Залетин И.А., Аксенова А.С.

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса

Аннотация. в данной работе приведены результаты экспериментального исследования механических характеристик при растяжении образцов, изготовленных из нитевидного полимера видов NYLON и ABS Classic (производитель Bestfilament, РФ) методом послойного наплавления филамента. Образцы, подвергнувшиеся испытанию, отличались растром печати (углом нанесения расплавленного полимера), а также температурными режимами, подобранными для каждого материала на основе рекомендаций производителя. Установлено, что полимеры обладают противоположной природой по отношению к восприятию остаточных деформаций — Nylon продемонстрировал свойства пластичных материалов, в то же время акрилонитрилбутадиенстирол имеет явные признаки хрупкого материала.

Ключевые слова: FDM-печать, механические испытания, полимеры, механические свойства.

Проведение различного рода испытаний материалов — неотъемлемая часть современного производства, позволяющая рационально выбирать вид материала для изготовления деталей и узлов машин и агрегатов. В частности, в области прототипирования в настоящий мо-

мент активно используются полимерные материалы, что ставит перед исследователями задачу в определении и исследовании свойств данных высокомолекулярных соединений с целью достижения необходимых технологических и эксплуатационных характеристик конечного изделия. Как и всякий материал, полимерные композиции подвергаются целому ряду испытаний: физико-механическим, электрическим, оптическим, теплофизическим, реологическим, испытаниям по определению горючести [1].

В связи с тем, что полимеры могут быть преобразованы в конечное изделие при помощи нескольких автономных технологий, именно выбор метода получения трехмерного объекта является решающим для дальнейшей оценки параметров исследуемого материала. В настоящий момент широкое применение в мелкосерийном и даже штучном производстве деталей получил целый ряд аддитивных технологий, из числа которых самой распространенной является FDM-печать или метод послойного наплавления.

FDM (англ. *fused deposition modeling*) — аддитивная технология, позволяющая получить физический объект посредством многократного воспроизведения процесса последовательного нанесения слоев подаваемого материала, являющихся как внешними периметрами, так и внутренними площадями цифровой трехмерной модели.

Принцип работы FDM-печати заключается в следующем: полимерная нить, находящаяся в твердом агрегатном состоянии, плавно подается роликками с катушки в радиатор, где происходит рассеивание тепла, исходящего от нижерасположенного нагревательного блока. Далее производится непродолжительный обдув внешней части радиатора вентилятором. Затем филамент попадает в термобарьер — пограничную деталь печатной головки 3D-принтера, выполняющую роль разделителя двух зон: «холодной» (в данной зоне полимер всегда остается в твердом агрегатном состоянии) и «горячей» (на этом участке происходит нагрев полимера в термоблоке, в процессе которого он переходит в вязкотекучее состояние).

Финальная стадия работы 3D-принтера с филаментом — продавливание расплавленного термопластика через металлическое сопло.

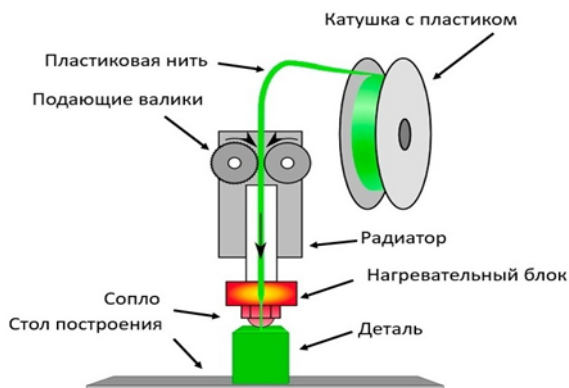


Рисунок 1. Схема реализации FDM-технологии

В связи с растущими потребностями промышленности в уменьшении уровня металлоемкости производства особенную актуальность находят исследования, связанные с физико-механическими и теплофизическими испытаниями полимерных композиций, стремительно набирающих популярность в аддитивном производстве у компаний по всему миру. Одним из подобных материалов является термопласт Nylon, получаемый на основе синтеза амидных групп. На данный момент широкого промышленного применения указанный полимер не приобрел, в частности, из-за отсутствия каких-либо исследований по выявлению и фиксации его основных свойств.

На первом этапе эксперимент проводился на универсальной испытательной машине GUNT Hamburg (производство ФРГ), установленной в лаборатории материаловедения ВФ НИТУ МИСИС (рисунок 2). В качестве объекта исследования был выбран плоский Т-образный образец, напечатанный из термопластика ABS Classic на 3D-принтере FlashForge Adventurer 4 при следующих характеристиках: угол раstra $45^{\circ}/-45^{\circ}$, температура экструзии — 240°C , температура платформы — 110°C , скорость печати — $60 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$.

Однако при проведении испытания образцы разрывались на прямых углах, являющихся точками концентрации критических значений напряжений. По регламенту ГОСТ 11262-2017 «Пластмассы. Ме-

тод испытания на растяжение» такая серия испытаний не может быть зафиксирована как корректная.



Рисунок 2. Испытательная машина



Рисунок 3. Образец после испытания

Для проведения последующих испытаний была организована встреча с работниками ЦИЛ ВМЗ, в результате которой для тестирования образцов была выбрана универсальная испытательная машина MTS 370.25 (с погрешностью экстензометра 1%). Геометрическая форма образцов соответствовала форме плоских образцов стандарта ASTM E8.

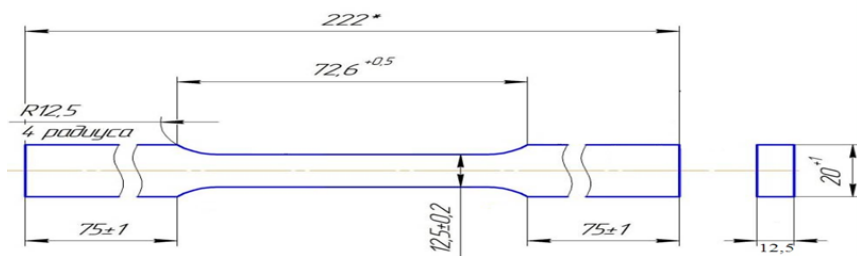


Рисунок 4. Геометрические размеры образца по ASTM E8

Параметры печати образцов, изготовленных из филамента Nylon (серия А): угол раstra 0° , температура экструзии — 250°C , температура платформы — 110° , скорость печати — $40 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$ количество периметров — 3. Параметры печати образцов, изготовленных из филамента ABS Classic (серия В): угол раstra 0° (B_1)/ 45° (B_2), прочие настройки идентичны характеристикам Т-образных образцов.

На основе диаграмм растяжения (рисунок 5) можно сделать следующие выводы: ABS Classic обладает несколько меньшим пределом прочности — среднее значение σ_b меньше, чем аналогичный показатель у Nylon на 7,32%. Также из диаграмм растяжения можно узнать характер материала по отношению к остаточным деформациям — ABS Classic имеет признаки хрупкого материала, в то время как термопласт Nylon имеет среднее значение физического предела текучести 24,14 МПа (стандартное отклонение при этом равно 1,219 МПа) и заметную площадку текучести. В процессе проведения испытания были зафиксированы следующие значения относительных удлинений образцов: $A_1 \approx 80\%$, $A_2 \approx 40\%$, $A_3 \approx 35\%$, $B_1 \approx 4\%$, $B_2 \approx 7\%$ — стоит учесть неоднородность параметров испытания. Так,

образец A_1 растягивался при скорости в $2 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$ (эксперимент длился около 30 минут), с такой же скоростью разрывались образцы, изготовленные из ABS Classic (эксперименты длились около 5 ми-

нут каждый), образцы A_2 и A_3 испытывались при скорости в $10 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$. С учетом наличия теоретических сведений о высоких показателях Nylon в отношении коэффициента взаимного трения, относитель-

ного удлинения (определенные зарубежные марки до 196%) и предела прочности в 82 МПа можно сделать вывод о том, что данный полимер целесообразен для производства деталей машин, связанных с работой трения и изгиба (например, шестерней, втулок, шарниров) [2].

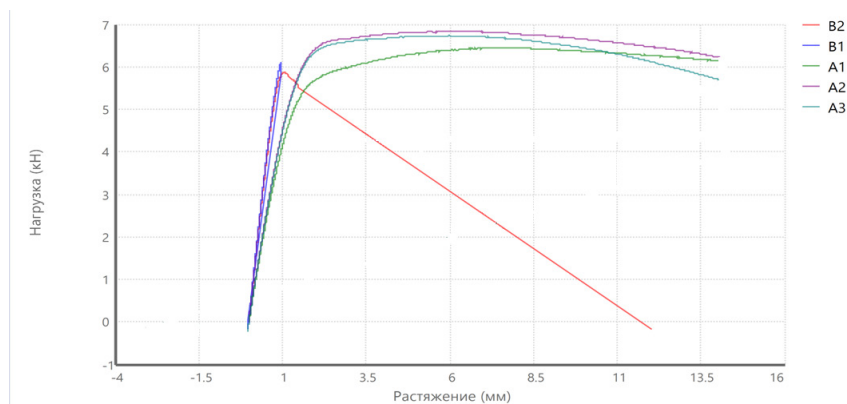


Рисунок 5. Диаграмма растяжения

Список литературы

1. Методы испытаний полимерных материалов. ООО «КОМЕФ», 2007.
2. Nylon пластик для 3D принтера. Особенности, применение, настройки печати. URL: <https://clck.ru/3A5faY> (дата обращения: 09.04.2024)

ДЕФЕКТЫ ПОВЕРХНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ КАЧЕСТВОМ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНОГО КОМПЛЕКСА

А.И. Касаткин

АО «Выксунский металлургический завод», г. Выкса

Аннотация. Современная рыночная экономика предъявляет принципиально новые требования к качеству выпускаемой продукции. В условиях литейно-прокатного комплекса Выксунского металлургического завода (ЛПК АО «ВМЗ») особое внимание уделяется качеству конечной продукции. В данной статье представлены основные дефекты поверхности, обусловленные качеством непрерывнолитой заготовки.

Ключевые слова: дефект, поверхность, машина непрерывного литья заготовок, кристаллизатор, слиток, окалина, лист.

В настоящее время около 60 % отливаемых непрерывным литьем заготовок разливается на слабовых машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

Жидкая сталь непрерывно заливается в водоохлаждаемую форму, называемую кристаллизатором. Перед началом заливки в кристаллизатор вводится специальное устройство с замковым захватом («затравка»), как дно для первой порции металла. После затвердевания металла затравка вытягивается из кристаллизатора, увлекая за собой формирующийся слиток. Поступление жидкого металла продолжается и слиток непрерывно наращивается. В кристаллизаторе затвердевают лишь поверхностные слои металла, образуя твердую оболочку слитка, сохраняющего жидкую фазу по центральной оси. Поэтому за кристаллизатором располагают зону вторичного охлаждения (ЗВО), называемую также второй зоной кристаллизации. В этой зоне в результате форсированного поверхностного охлаждения заготовка затвердевает по всему сечению. Этот процесс слиткообразования является способом получения слитков неограниченной длины [1].

Во время кристаллизации формирующийся слиток металла постоянно перемещается вверх-вниз относительно кристаллизатора посредством небольших цилиндров, расположенных в ручье. Это

позволяет уменьшить количество трещин-дефектов. Рассмотрим основные дефекты поверхности, обусловленные качеством непрерывнолитой заготовки [2].

Раскатное загрязнение. Дефект поверхности в виде вытянутого в направлении деформации раскатанного поверхностного загрязнения шлаком, огнеупором и т.п. По месту дефекта в сечении наблюдается скопление неметаллических включений сложного состава.

Причины образования: захват затвердевающим металлом включений, всплывающих на поверхность жидкого металла при заполнении кристаллизатора; захват шлаковой смеси струей металла при нестабильной разливке; прожигание стаканов промежуточного ковша; размыв огнеупоров; несоблюдение технологии внепечной обработки металла.

Раскатная корочка. Дефект представляет собой частичное отслоение или разрыв металла, образовавшееся в результате раскатки закрунувшихся корочек, имевшихся на поверхности сляба и представляющих собой окисленный металл, сопровождающийся скоплениями неметаллических включений сложного состава.

Волосовина. Дефект поверхности, представляющий собой вытянутое в направлении и прокатки поверхностное нарушение сплошности металла в виде неглубоких нитевидных несплошностей. В отличие от трещины волосовина в поперечном сечении представляет собой округлую несплошность, которая не имеет острых «хвостов» и разветвлений.

Плена прикромочная. Дефекты представляют собой группы мелких языкообразных вытянутых вдоль направления прокатки отслоений на расстоянии до 100 мм от кромки проката, частично соединенные с основным металлом рулонного проката. Расположение групп дефектов хаотичное, в расположении дефектов не наблюдается периода. Дефект «плена прикромочная» может быть обусловлен качеством непрерывнолитой заготовки, а также может образоваться исключительно в процессе деформации (прокатки) металла вследствие потери пластичности металла по краям проката из-за градиента температур по ширине проката.

Раскатанная трещина по механическим повреждениям сляба/раската. Дефекты представляют собой группы мелких языкообразных

вытянутых вдоль направления прокатки отслоений, расположенных сплошной полосой с четко определяемыми границами по направлению прокатки на всей длине рулона.

Гармошка. Дефект поверхности листа в виде чередующихся вздутий, идущих поперек прокатки от торца по плоскости листа, образовавшихся при наличии полостей и рыхлости в осевой зоне. Между волнами гармошки могут возникать разрывы, на микрошлифе в осевой зоне обнаруживается нарушение сплошности металла, включения и ликвационные зоны.

Затянутая кромка. Дефект поверхности в виде раскатанной складки на кромке листа, напоминающей по форме зигзагообразную трещину, образующуюся при прокатке без кантовки или путем закатки наплывов, появляющихся при деформации слитков с непрогретой сердцевинной.

Порез. Дефект поверхности тонкого листа в виде частично закатанной складки, расположенной вдоль или под углом к направлению прокатки, образовавшейся из-за деформации различной степени по ширине листа. Иногда сопровождается сквозными разрывами металла.

Вкатанная окалина. Дефект поверхности в виде вкраплений остатков окалины, вдавленной в поверхность металла при деформации. Дефект имеет характерное расположение полосами вдоль направления прокатки. Образование толстого слоя окалины, имеющей прочное сцепление с заготовкой, может быть обусловлено: наличием дефектов на поверхности непрерывнолитой заготовки; превышением температуры нагрева металла сверх заданной; длительным пребыванием металла в печи при высокой температуре; нагревом металла в восстановительной атмосфере; неоднократным резким понижением и повышением температуры в зонах печей. Неоптимальные условия удаления окалины с проката могут быть созданы неудовлетворительной работой гибросбивов.

Подгиб кромки. Неплоскостность в виде загибов кромки или торца, образующихся при порезке горячих листов на ножницах с наклонным положением ножа.

Заворот кромки. Дефект формы в виде местного смятия кромки тонких листов и лент, образующегося при прохождении их через узкие проводки или косой задаче раската в валки.

Причина образования: большой износ направляющих линеек в стане; неправильная настройка направляющих линеек; значительное смещение полосы от оси прокатки.

Волнистость. Отклонение от плоскостности, при котором поверхность металлопродукции или ее отдельные части имеют вид чередующихся выпуклостей и вогнутостей, не предусмотренных формой проката. Причины образования: недостаточное охлаждение валков; перегрев середины бочки валков; большая выпуклость валков; неравномерное распределение давлений при прокатке; смещение заготовки по ходу прокатки, особенно в последних проходах; неправильная геометрия очага деформации (например, односторонняя настройка валков); выработка валков или неправильная профилировка; большое обжатие в последних проходах (клетки чистовой группы); неравномерное охлаждение верха и низа листа, полосы на ламинарной установке.

Выводы. В условиях постоянно возрастающих требований потребителя к традиционной металлопродукции производители стали оказываются с необходимостью постоянно совершенствовать технологические подходы к производству продукции, а также инструменты управления и контроля за качественными показателями.

В связи с этим, руководство и технологический персонал предлагает и внедряет, путем проведения экспериментов, новые методы производства и контроля за качеством выпускаемой продукции. Пересматриваются и вносятся изменения в технологические инструкции и нормативно-технологическую документацию, проводят оптимизацию технологических режимов.

Вместе с тем, нельзя обойти вниманием тот факт, что в процессе оптимизации весьма актуальной представляется тема сбережения ресурсов, затрачиваемых на производство металлургической продукции. Реализация мероприятий, направленных на создание принципиально новых экологически чистых энерго и ресурсосберегающих технологий, способных вывести производство стальной металлопродукции на качественно новый уровень, начата в условиях Выксунского металлургического завода более пяти лет назад и продолжается в настоящее время.

Список литературы

1. Разливка стали на МНЛЗ ЛПК АО «ВМЗ» — ТИ.20-500.959.52
2. Параметры сталеплавильного производства, оказывающие влияние на качество готовой продукции ЛПК АО «ВМЗ» — перечень ПЕ.20-58.106

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА В ТРУБНЫХ МАРКАХ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ЛПК

Солоницина Е.А., Колобаева А.В.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. Проведен анализ изменения содержания азота по всей технологической цепочке ДСП-АКП-ВД-МНРС в рамках предприятия АО «ВМЗ» для изучения причин увеличения азота в стали. Приведен статистический анализ массива плавок ЛПК за 2023 год. Исследовано содержание азота в разных марках стали. Представлен расчет дегазации по данным паспортов и сравнительный анализ с фактическими данными.

Ключевые слова: Технологическая цепочка, статистический анализ, содержание азота, дегазация, среднее значение концентрации азота, среднеквадратичное отклонение, марка стали, ферросплавы, вакуумирование.

Процесс, в результате которого газы оказываются в металле в атомарном, ионном состоянии или в виде химических соединений, в металлургической практике обычно называют процессом растворения газов в металле [1].

Дегазация стали — это удаление различными способами вредных газов из расплава стали. В процессе производства в расплавленную сталь из атмосферы печи попадают кислород и азот. Рас-

плав стали насыщается газами, которые приводят к образованию различных дефектов (например, «газовых раковин»). Кроме того, газы с металлами могут образовывать химические соединения (оксиды, нитриды и др.), а, поскольку, такие соединения не растворяются в металлах и сплавах, то они выделяются в виде неметаллических включений [2].

В проведённом исследовании определялось изменение содержания азота по всей технологической цепочке ДСП-АКП-ВД-МНРС. Для этого использовались данные массива произведенных плавов металла в Литейно-прокатном комплексе (ЛПК) за весь 2017 год. Было проанализировано 7594 плавов, из них 3570 (47 %) включают в себя обработку вакуумом. Исследование показало, что основной прирост концентрации азота в металле преимущественно происходит во время выпуска полупродукта из ДСП в сталеразливочный ковш.

Значения прироста концентраций азота определялись изменением содержания азота на каждом из участков технологической цепочки по отношению к предыдущему.

Для этого были посчитаны средние значения концентраций:

$$[\bar{N}] = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где $[\bar{N}]$ — среднее значение концентрации азота, мас. %; x — значение содержания азота в металле, %; n — количество плавов, шт.

Были рассчитаны среднеквадратичные отклонения (СКО), которые определяются по следующей формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}},$$

где σ — среднеквадратичное отклонение; $\bar{x}$ — среднее значение содержания азота в металле, %; n — количество плавов, шт.

Средние значения концентраций азота в металле и СКО для всех марок на участках ДСП-АКП-ВД-МНРС и ДСП-АКП-МНРС представлены на рисунках 1 и 2.

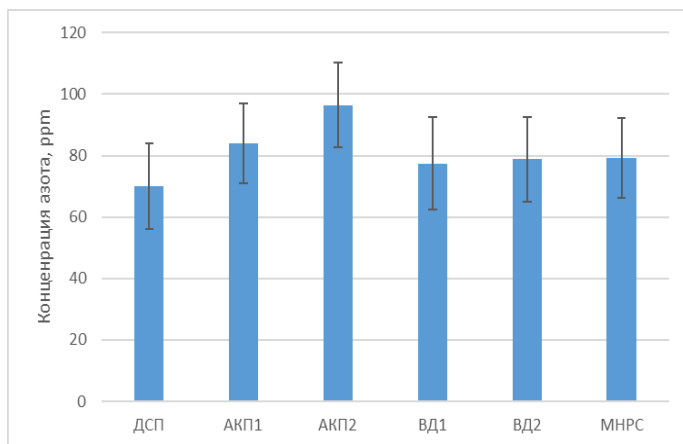


Рисунок 1. Содержание азота в металле и его среднее квадратичное отклонение для всех марок стали технологической цепочки ДСП-АКП-ВД-МНРС

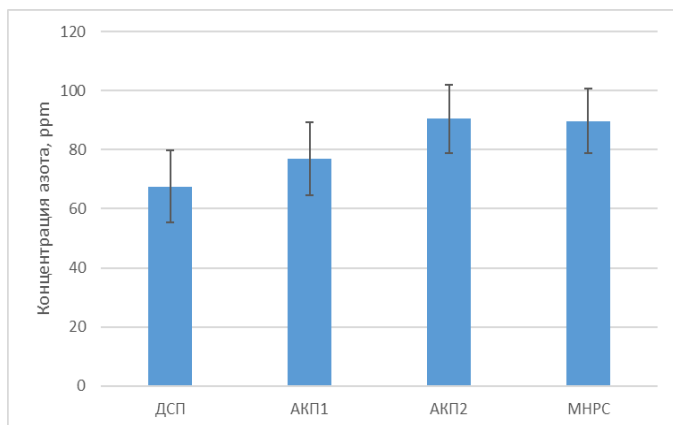


Рисунок 2. Содержание азота в металле и его среднее квадратичное отклонение для всех марок сталей технологической цепочки ДСП-АКП-МНРС

На ЛПК выплавляют большой перечень марок сталей. По полученному массиву данных было определено, что за прошедший год, в основном, выплавлялись следующие марки сталей: 13ХФА, Ст3сп,

Ст2пс, КЕ155, К42, К48, К50, К52, К55, К56, К60, J55, С440, 05ХГБ, 09ГСФ, 17Г1С, 22ГЮ, 09Г2С, сталь 10 и сталь 20.

На рисунке 3 представлен график изменения концентраций азота на участках ДСП-АКП-МНРС.

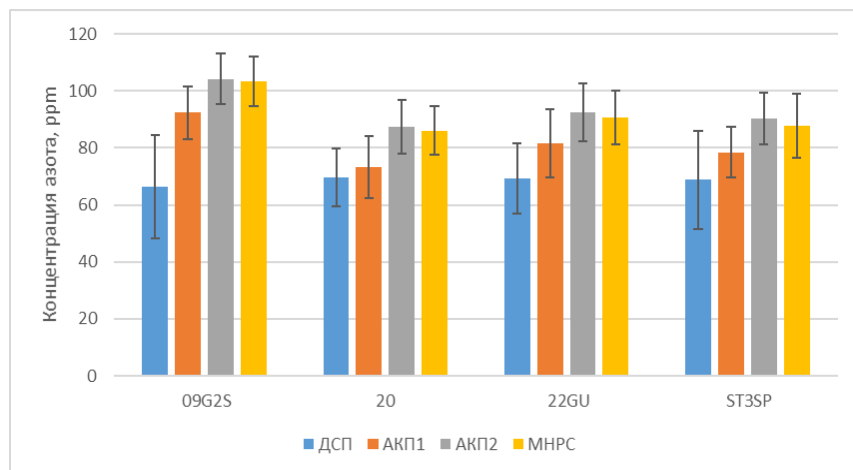


Рисунок 3. Содержание азота и соответствующее среднеквадратичное отклонение на участках ДСП-АКП-МНРС

Перед выпуском из ДСП концентрация азота в жидком полупродукте колеблется в пределах 50-80 ppm. На момент первой пробы обработки на агрегате ковш-печь концентрация возрастает до 85-100 ppm. Во время кошевой обработки происходит увеличения содержания азота примерно на 10 ppm.

При разливке происходит незначительное снижение. Это можно объяснить следующим. В пределах погрешности спектрометра невозможно установить точный прирост азота из-за вторичного окисления металла во время разливки (погрешность на спектрометре составляет 24 ppm). Для установления малого вторичного окисления метод оценки по пробам металла на спектрометре не эффективен, так как имеет место слишком высокая погрешность определения азота для атомно-эмиссионного спектрального анализа (ГОСТ Р54153), поэтому требуется производить контроль методом плавления образца в потоке аргона. Это не делается из-за дороговизны способа и

большой продолжительности анализа азота на газоанализаторе. Также этим можно объяснить снижение концентрации азота на МНРС по сравнению с содержанием азота в последней пробе в стальковше.

Также визуально видно, что, начиная с первой пробы АКП и заканчивая разливкой из четырёх марок стали, концентрация азота выше в 09Г2С. Проведя анализ, выявила причину, которая заключается в наибольшем количестве отдающих ферросплавов.

Выводы. Для изучения причин увеличения азота в стали был проведён анализ изменения содержания азота по всей технологической цепочке ДСП-АКП-ВД-МНРС в рамках предприятия АО «ВМЗ». Для этого был обработан массив данных из 8870 плавов, предоставленный компанией. В ходе работы были разделены на группы плавов в зависимости от марки стали, в зависимости от наличия или отсутствия вакуумной обработки, рассчитаны средние значения концентраций азота в металле и соответствующие стандартные отклонения для каждого этапа выплавки металла. В ходе работы были выявлены основные причины увеличения содержания азота в металле: контакт открытой электрической дуги с воздухом; открытое горение дуги в течение большей части плавки в ДСП; подсос воздуха под крышку агрегата ковш-печь в зоне раскалённых дуг; присадка ферросплавов, содержащих азот, во время выпуска из ДСП и на ковшевой обработке стали; контакт струи металла с атмосферой при выпуске из ДСП в стальковш, а также во время разливки металла на МНРС. Установлено, что основной прирост концентрации азота в металле происходит на участке ДСП-АКП, среднее значение составляет 60 ppm.

Список литературы

1. Аверин В.В. Азот в металлах. — М.: Металлургия, 1976. — 114 с.
2. Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В. Производство стали. Том 1. Процессы выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки. 2008.
3. Солоницина, Е. А. Методы исследования движения потока жидкой стали / Е. А. Солоницина, А. В. Колобаева, В. М. Сафонов // Творчество молодых — родному региону: сборник материалов X региональной межвузовской научно-практической конференции, Вык-

са, 25 апреля 2023 года. — Казань: Общество с ограниченной ответственностью «Бук», 2023. — С. 229-232. — EDN IEFEXC.

4. Кудрин В.А., Теория и технология производства стали. — М.: «Мир», 2003

5. Поволоцкий Д.Я., Рощин В.Е. и др. Электрометаллургия стали и ферросплавов. — М.: Metallurgy, 1984. — 568 с.

6. Баканов К.П., Бармотин И.П. и др. Рафинирование стали инертным газом. М.: Metallurgy, 1975. — 175 с.

7. ГОСТ Р 54153-2010. Сталь. Метод атомно-эмиссионного спектрального анализа.

8. Массив данных по плавкам предприятия АО «ВМЗ» ЛПК

АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИНСКИХ ЛИСТОВ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ НА ТЛС 5000 АО «ВМЗ»

Кузнецов С.В., Зиновьев А.В.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В работе проведен анализ поверхностных дефектов и геометрических параметров материнских листов, произведенных на ТЛС 5000 АО «ВМЗ». Представлены причины возникновения дефектов на материнских листах, а также изучена методика измерения геометрических параметров листов.

Ключевые слова: материнский лист, поверхностные дефекты, геометрические параметры, измерение толщины, длины и ширины листов.

Толстолистовой стан «5000» предназначен для производства листового проката из углеродистых, низколегированных, легированных марок сталей в т.ч. проката для последующего изготовления труб. Размеры листов и плит, их предельные отклонения и плоскость должны соответствовать требованиям НД на поставку продукции.

Длина, ширина и толщина листов контролируется посередине листа и вдоль кромок. Измерения длины и ширины листа производят рулеткой, соответствующей ГОСТ7502 или дальномером лазерным по аналогии с определением длины трубы, указанной в методике контроля М.20-63.153.46. Измерение толщины листа производят микрометром листовым, соответствующим ГОСТ 6507, или ультразвуковым толщиномером, соответствующим ГОСТ 28702, в точках, указанных на рисунке 1.

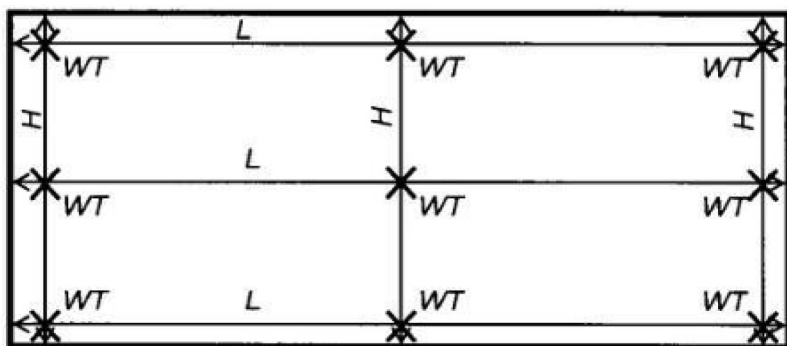


Рисунок 1. X — точки измерения толщины листа

Контроль серповидности листа.

Серповидность листа определяется наибольшим расстоянием (S_1 или S_2) между боковой поверхностью листа и натянутой струной. Расстояние (S_1 или S_2) определяют измерительной линейкой, соответствующей ГОСТ427.

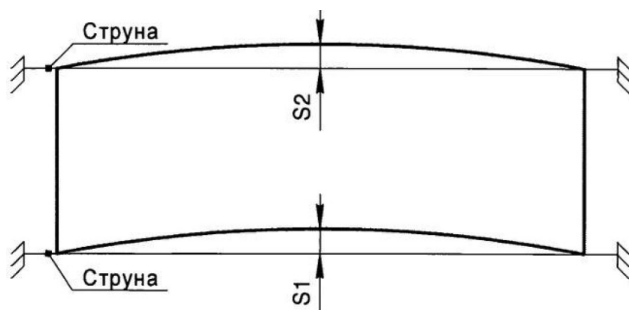


Рисунок 2. Серповидность листа

Контроль отклонения от плоскостности и прямолинейности листа.

Для измерения отклонения от плоскостности (Δ) и прямолинейности лист укладывают на поверочную плиту или стенд. Контроль локального отклонения от плоскости на длине 1000 мм производят с помощью прилегающей к поверхности листа поверочной линейки ШД1000, соответствующей ГОСТ8026 и измерительной линейки, соответствующей ГОСТ427, расположенной вертикально, в соответствии с рисунком 3.



Рисунок 3. Контроль локального отклонения от плоскостности

Контроль отклонения от плоскостности по всей длине листа проводят с помощью прилегающей к поверхности листа натянутой струны и измерительной линейки, соответствующей ГОСТ427, расположенной вертикально, в соответствии с рисунком 4.

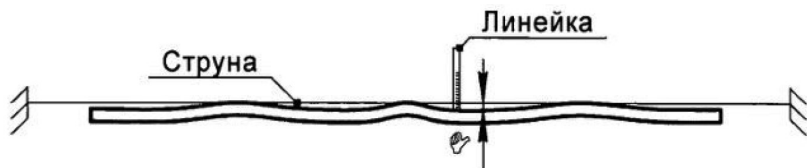


Рисунок 4. Контроль отклонения от плоскостности

Коробоватость листа (K) определяют на стенде следующим образом: на стенд устанавливают две проставки одинаковой высоты (L), через которые натягивают струну, в соответствии с рисунком 5. Между вершиной дефекта и натянутой струной с помощью измерительной линейки, соответствующей ГОСТ427, определяют величину зазора (Δ). Величину коробоватости вычисляют по формуле:

$$K=L-S-\Delta,$$

где L — высота проставки, мм; S — толщина листа, мм; Δ — величина зазора между струной и дефектом, мм.

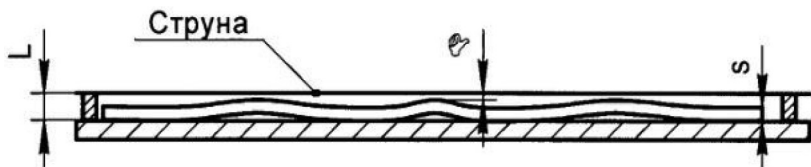


Рисунок 5. Контроль коробоватости листа

Глубину раковин, вмятин и других поверхностных дефектов определяют с помощью измерительного прибора. Измерительный прибор устанавливают на поверхность листа над вмятиной. Наконечник индикатора опускают на край вмятины и по шкале индикатора, поворотом шкалы устанавливают отметку «0». Затем рамку с индикатором перемещают по штанге до середины вмятины и опускают наконечник индикатора на наибольшую глубину вмятины, величину которой определяют по показаниям индикатора в соответствии с рисунком 6.

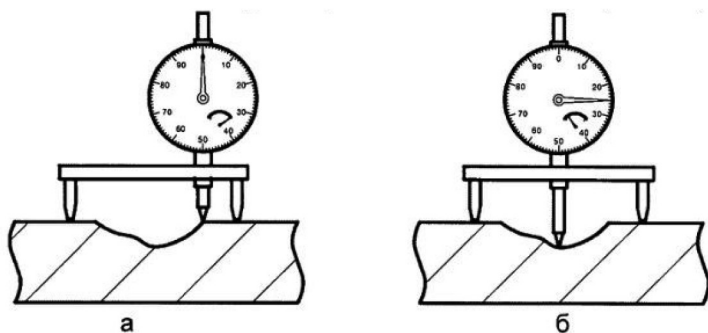


Рисунок 6. Контроль глубины поверхностных дефектов.

Для удобного считывания размеров индикаторы часового типа, по возможности, заменить на индикаторы с цифровым отсчетом. Допускается для контроля геометрических параметров листового проката применять другие средства измерений и измерительные системы, допустимая погрешность которых не превышает погрешности средств измерений.

Поверхность раскатов осматривается на инспекционном столе. Осмотр производится на неподвижных материнских листах. Максимальная толщина проката для транспортировки и кантовки на участке инспекционного стола — 60,0 мм.

При передачи материнских листов на инспекционный стол, осмотр и разметка листов должны производиться после их охлаждения до температуры плюс 60°C.

Перед началом технологических операций обработчик поверхностных пороков металла производит измерение температуры поверхности материнских листов с помощью ручного пирометра Кельвин-компакт 600.

Осуществляется визуальный осмотр верхней по прокатке поверхности листа, контроль наличия и полноты маркировки, нанесенной маркировщиком горячего металла.

Дефекты классифицируются в соответствии с классификатором дефектов горячекатаных листов и полураскатов КД 15-02-2011.

Удаление поверхностных пороков металла поверхности материнского листа производят следующим образом:

- дефекты глубиной более 0,2 мм подлежат удалению.
- не требуется удаление мелких дефектов: рисок, царапин глубиной менее 0,2 мм.
- дефекты удаляются методом абразивной зачистки при помощи шлифовальной машинки.
- остаточная толщина материнского листа измеряется в месте зачистки ультразвуковым толщиномером ГОСТ28702, глубина зачистки определяется с помощью измерительного прибора ГОСТ577.

После осмотра и зачистки верхней поверхности по команде материнский лист передают на кантователь, где его кантуют на 180° для контроля нижней по прокатке поверхности. Максимальная масса кантуемого листа не более 40 тонн. Две группы кантователя могут работать вместе при кантовке листа длиной не более 40000 мм или раздельно 20000мм.

Измерение толщины по кромкам и торцам раската производят листовым микрометром ГОСТ6507, а измерение толщины по середине материнского листа производят ультразвуковым толщиномером ГОСТ28702.

Измерение ширины и длины материнского листа производят рулеткой ГОСТ7502. Результаты измерений вносятся в информационную систему ЛПЦ ДТБД.

Дефекты поверхности, нарушения сплошности, отклонения от заданной микро- и макроструктуры слитка, проката и изделий могут быть связаны с процессом производства стали, ее разливкой, кристаллизацией слитка, условиями деформации, термической обработки, дальнейшим переделом (формовка, сварка и др.). Эти дефекты могут существенно влиять как на технологические характеристики металла (при последующей обработке), так и на эксплуатационные свойства.

Наличие дефектов определяется как совершенством технологии, так и степенью ее соблюдения. При установлении причин появления дефектов конкретных видов металлопродукции, кроме этого, следует учитывать:

- размеры дефектов и степень пораженности ими как отдельного изделия, плавки, партии;
- периодичность их повторения в пределах изделия, плавки, партии;
- частоту их появления в продукции разных партий из одной или разных марок стали, в том числе полученных от разных поставщиков;
- конкретные условия производства и переработки металла.

Список литературы

1. Эфрон Л.И. Металловедение в «большой» металлургии. Трубные стали — М.: Металлургиздат, 2012;
2. Методика М.20.63.153.52 Контроль геометрических параметров листового проката ДТБД;
3. Методика М.20-661.287.6 Контроль толщины металла ультразвуковыми толщиномерами

ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ И КАЧЕСТВО СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБ, ПОЛУЧЕННЫХ СВАРКОЙ ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ, И ПРИРОДА ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Кузякина О.М., Рыбальченко И.В., Кокорева Н.И.

ГБПОУ «Выксунский металлургический колледж
им. А.А. Козерадского», г. Выкса

Аннотация. Состав неметаллических включений (НВ), послуживших причиной образования дефектов соединения труб, полученных сваркой токами высокой частоты (ТВЧ). Составы НВ, найденных в несплошностях дефектов сварных соединений труб из стали типа 09Г2С, детально интерпретированы с помощью термодинамического моделирования первичных НВ. Эти составы значительно отличаются друг от друга и соответствуют эндогенным включениям. Эти же соединения могут образовывать экзо-эндогенные конгломераты НВ после взаимодействия алюминатов кальция с огнеупорами или шлаком кристаллизатора. Уникальные диапазоны изменения основных элементов, входящих в состав этих НВ, использованы для автоматизированного определения их происхождения при проведении металлографической экспертизы дефектов при помощи анализатора изображения Thixomet. Происхождение НВ позволяет указать на точное место в технологии внепечной обработки и разливки стали для их совершенствования и повышения на этой основе качества соединений труб, полученных сваркой токами высокой частоты.

Ключевые слова: трубы, сварка токами высокой частоты, дефекты.

Экспертиза дефектов является неотъемлемой частью производства металлопроката, позволяющей определить их природу, разделить брак между сталеплавильным и прокатным производством и определять пути совершенствования технологии этих производств.

Во избежание разногласий трактовок при описании всего многообразия дефектов заводы-изготовители в соответствии с проводимыми исследованиями природы возникновения дефектов разрабатывают классификаторы дефектов в дополнение к государственным стандар-

там, где описывают основные отличительные признаки того или иного дефекта, основываясь как на их внешнем виде, так и на структурных признаках, выявляемых методами металлографического анализа.

Очевидно, что дефект следует характеризовать уникальным сочетанием внешних и внутренних (металлографических) признаков.

Исчерпывающее описание любого дефекта, в первую очередь включает описание его внешнего вида, формы и расположения — это первый этап классификации.

Далее можно переходить ко второму этапу классификации — исследованию металлографических признаков, выбор которых будет значительно сужен после завершения первого этапа классификации.

1. Ключевые признаки дефектов при производстве труб в условиях АО «ВМЗ»

Дефекты основного металла и сварных соединений, выявляемые при проведении неразрушающего контроля в условиях Дивизиона нефтегазопроводных труб (ДНГПТ).

В большинстве случаев по месту возникновения индикации ультразвукового контроля (УЗК) отбирается проба для металлографического исследования.

Внутренние дефекты, обнаруживаемые при проведении неразрушающего контроля в условиях ДНГПТ и расположенные в основном металле (на концах труб, в зоне шириной не менее 40 мм от торца) и в околосварной зоне (на расстоянии 40 мм от зоны сварного соединения), обусловлены качеством непрерывнолитой заготовки (Приложение, рисунок 1).

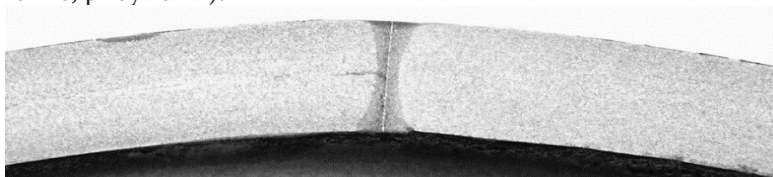


Рисунок 1. Сварка ТВЧ ТЭСЦ-3 сварное соединение без термообработки

Дефекты, обнаруживаемые УЗК в зоне сварного соединения, требуют дополнительного контроля, так как природа их образования может заключаться как в качестве проката, используемого для изготовления труб, так и в качестве проведения сварки.

В соответствии с анализом металлографических заключений лаборатории металловедения и термообработки металлов (МиТОМ) ЦЗЛ, выполненных по результатам УЗК, были выделены основные виды дефектов сварных соединений, изготовленных в ДНГП труб (рисунок 2а), и отличающие их микроструктурные признаки.

2. Классификация основных дефектов сварных соединений, изготовленных в ДНГП труб, составленная на основании предоставленных лабораторией МиТОМ ЦЗЛ АО «ВМЗ» металлографических заключений

Несплошности по неметаллическим включениям. Дефект представляет собой нарушение целостности металла в зоне сварного соединения в результате скопления неметаллических включений обычно экзо-эндогенного происхождения. Дефект может быть внутренним, или его полость выходит на поверхность трубы. Дефект расположен на свариваемых кромках в околошовной зоне, зоне термического влияния (ЗТВ) или на линии сплавления. На поперечном шлифе НВ располагаются вдоль линий течения металла, сформированных при осадке кромок и сварке (рисунок 2б).

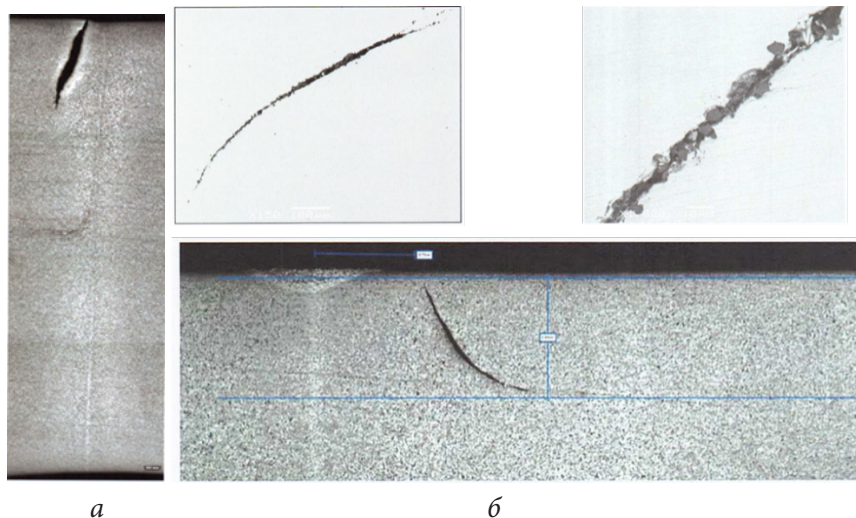


Рисунок 2. Эскиз сварного соединения ТВЧ(а) и дефекта «несплошности по неметаллическим включениям» на полированных образцах и после травления(б), сварка ДНГПТ

Анализируя состав включений, найденных в основном в трещинах сварных соединений, с помощью растрового электронного микроскопа «JSM 6380LA» с микроанализатором «Analysis Station» («JEOL», Япония), доказано, что они представляют собой конгломераты, состоящие из продуктов раскисления и модифицирования, сорбированных на поверхности огнеупоров металлопроводки. Эти конгломераты, оторванные набегающим потоком стального расплава от поверхности огнеупоров, часто вместе с частицами этих огнеупоров (MgO) или продуктами их взаимодействия с жидкими алюминатами кальция, попадают в кристаллизатор. Часть из таких конгломератов взаимодействует со шлаком кристаллизатора (ШОС). Такие грубые конгломераты НВ не могут глубоко проникнуть в затвердевающий сляб, поэтому после его прокатки все они оказываются на кромках рулонного проката или листа. Именно на кромках рулонного проката или листа при трубном переделе во время сварки неметаллические включения оказываются вблизи линии сплавления (в долях мм от него), образуя трещины по НВ, которые, согласно отечественному и зарубежному опыту, являются самым распространенным дефектом сварных соединений труб, полученных сваркой ТВЧ.

Трещины по неметаллическим включениям образуются, как правило, в том месте сварного соединения, где происходит наиболее интенсивная осадка (деформация) металла, причем только при наличии именно в этих местах на кромках листа грубых скоплений неметаллических включений или других металлургических дефектов (ликвационная полоса).

Эти два обстоятельства являются необходимыми и достаточными для образования несплошностей или расслоений, которые, следуя вдоль линий течения металла, отклоняются от направления прокатки к внешнему или реже к внутреннему диаметру трубы. Так формируется J-образная форма дефекта. Поэтому отсутствие неметаллических включений и других металлургических дефектов в зоне интенсивной осадки кромок может гарантировать формирование бездефектного качественного сварного соединения.

Несплошности металла сварного соединения, полученного высокочастотной сваркой труб из рулонного проката, выявляли с помощью УЗК. Шлифы, приготовленные из этого металла, после травления

4%-ым раствором азотной кислоты исследовали на инвертированном микроскопе Axio Observer D1m, оснащённом системой анализа изображений Thixomet Pro. Химический состав неметаллических включений, обнаруженных на нетравленных шлифах, исследовали методами SEM/EDS анализа на электронном микроскопе JSM-6380LA с помощью рентгеновского микроанализатора «Analysis Station».

Согласно классификации, предложенной А. А. Байковым, все неметаллические включения по природе их происхождения можно разделить на два вида:

— эндогенные неметаллические включения — соединения, образовавшиеся в стали в результате химических реакций, протекающих в процессе ее выплавки, раскисления и разливки, и вследствие изменения растворимости примесей в процессе кристаллизации слитка;

— экзогенные неметаллические включения — частицы различных соединений, попавшие в жидкую сталь или в слиток извне, т. е. из шихтовых материалов, шлака, огнеупорной футеровки сталеплавильных агрегатов и устройств и т. п.

Указанные неметаллические включения могут взаимодействовать между собой, образуя комплексные соединения. Фото типичных эндогенных включений, встречающихся в металле рулонного проката приведены на рисунке 3.

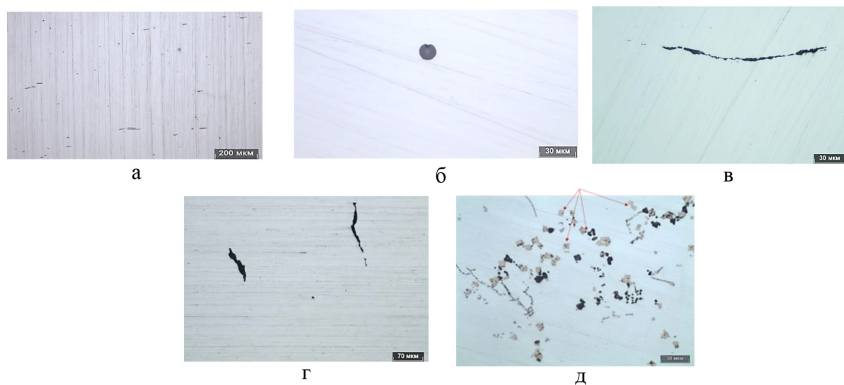


Рисунок 3. Эндогенные неметаллические включения: а) сульфиды (С); б) силикат недеформирующийся (СН); в) силикаты пластичные СП); г) силикат хрупкий (СХ); д) нитриды.

Для определения типа эндогенных включений и их оценки, которая всегда нормируется в трубном металле, существует ГОСТ 1778-2022 и ряд международных стандартов. Контроль данных включений проводится в лаборатории МиТОМ и других лабораториях ЦЗЛ. На основании металлографического контроля загрязненности металла неметаллическими включениями и других параметров структуры, а также механических испытаний, химического анализа и прочих видов испытаний производится отгрузка трубной продукции потребителю.

Наибольший вред металлу и продукции вплоть до разрушения изделия (трубы, колеса и т.д.) оказывают экзогенные включения, размеры которых более 1 мм (рисунок 4).

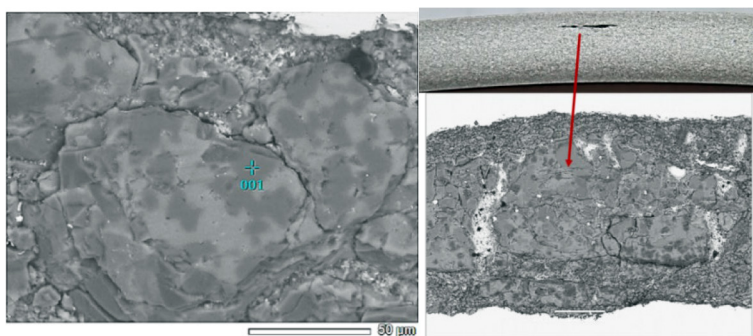


Рисунок 4. Экзогенное неметаллическое включение

В полостях трещин в сварных соединениях обнаружены 4 основных типа НВ, включающие десять сочетаний эндогенных фаз, полученных при термодинамическом моделировании (рисунок 5).

Чтобы уменьшить отбраковку по дефектам труб, связанных с неметаллическими включениями, необходимо знать природу происхождения, для того, чтобы повлиять на процесс выплавки и разливки металла.

В лаборатории МиТОМ было создано программное обеспечение, реализованное в виде модуля Thixomet Pro, разработанном в Санкт-Петербургском политехническом университете под руководством профессора А. А. Казакова. Программное обеспечение позволяет в условиях заводской лаборатории определить природу происхождения включений, состав фаз, автоматизировать процесс генерации экспертных заключений, а также накапливать всю информацию в базе данных для последующей ее обработки и анализа.

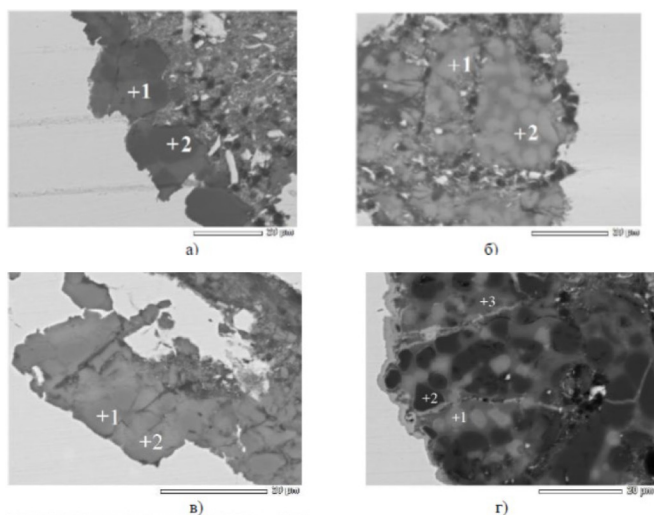


Рисунок 5. Конгломераты эндогенных (а, б, в) и экзо-эндогенных (г) НВ в несплошностях трещин

Впервые на практике с помощью программного обеспечения Thixomet Pro удалось автоматически определить природу образования неметаллических включений, что особенно важно для металлургов, чтобы в дальнейшем работать над исключением данных включений.

Таким образом, анализ металлографических заключений может быть полезен для мониторинга текущего состояния производства и оценки тенденций его развития, а также оценки эффективности мероприятий по совершенствованию технологии внепечной обработки и разлива стали.

Благодаря данному программному обеспечению удалось:

- 1) более точно определять природу образования НВ и оперативно принимать корректирующие действия на производстве;
- 2) автоматизировать процесс создания металлографических заключений;
- 3) обеспечить хранение оцифрованной информации в базе данных.

Список литературы

1. А.А. Казаков, зав. лабораторией металлургической экспертизы, докт. техн. наук, профессор, В. А. Мурысев, главный специалист Инженерно-технологического центра, И. В. Рыбальченко, начальник лаборатории МиТОМ ЦЗЛ ДпК, П. П. Степанов, директор Инженерно-технологического центра, канд. техн. наук — Неметаллические включения и качество соединений труб, полученных сваркой токами высокой частоты»
2. М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер, — «Специальные стали» 1985г.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ СТАЛИ МАРКИ 08X13

Лескин А.Н., Лескина К.С., Бычков Е.И.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В данной статье рассмотрена коррозионностойкая нержавеющая сталь марки 08X13. Изучен химический состав стали и влияние легирующих элементов на структуру и свойства стали.

Ключевые слова: нержавеющая сталь, химический состав, структура, легирование, свариваемость, коррозия

Коррозионностойкая нержавеющая сталь 08X13 — сложнолегированная сталь, стойкая против коррозии в атмосфере и агрессивных средах. Стойкость данной стали к коррозии объясняется образованием на поверхности металла тонких пленок (сложные окислы), которые плотно прилегают к поверхности металла и препятствуют проникновению агрессивных веществ, в глубину металла. Данный процесс называется — пассивацией, а сами пленки называют — пассивными. [1]

Нержавеющая сталь 08X13 относится к жаропрочным конструкционным сплавам с ферритной кристаллической структурой [2].

Химический состав стали должен соответствовать ГОСТ 5632 «Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки».

- железо (Fe) до 84 %;
- хром (Cr) от 12 до 14 %;
- никель (Ni) до 0.6 %;
- марганец (Mn) до 0.8 %;
- кремний (Si) до 0.8 %;
- углерод (C) до 0,08 %;
- фосфор (P) до 0.03 %;
- сера (S) до 0.025 %.

Легированные элементы и примеси по влиянию на структуру стали делятся на два класса:

— аустенизаторы — элементы, способствующие получению аустенитной структуры в стали (углерод, никель, азот, марганец)

— ферритизаторы — элементы, способствующие получению ферритной или аустенито-ферритной структуры (хром, титан, ниобий, молибден, кремний)

Влияние легирующих элементов на свойства стали 08X13 [3]

— Углерод. Является сильнодействующим аустенизатором. С увеличением количества углерода в определенных пределах заметно повышает прочность и твердость стали, не изменяя при этом относительное удлинение и сужение. Углерод активно соединяется с железом и хромом, образуя карбиды. Выпадение карбидов хрома по границам зерен аустенита вызывает межкристаллитную коррозию (МКК).

— Никель. Добавка никеля повышает пластические свойства стали. Аустенизирующее действие никеля зависит от содержания хрома в стали. Сварные швы с чисто аустенитной структурой склонны к появлению горячих трещин. Кроме того, вызывая аустенизацию сварных швов, никель понижает стойкость швов против МКК, особенно при отсутствии в стали титана или ниобия.

— Азот. Является сильнодействующим аустенизатором. Сварные швы, насыщенные в процессе сварки азотом воздуха, могут быть подвергнуты МКК, несмотря на присутствие в стали титана. Соединяясь с азотом, титан образует нитриды, вследствие чего содержание титана в стали оказывается недостаточным для связывания углерода.

— Марганец. Улучшает сварочные свойства стали, повышает её прочность, пластичность и способствует образованию аустенитной структуры. Однако марганец является менее сильным аустенизатором, чем никель (слабее ~ в 2 раза).

— Хром. Является ферритизатором, в присутствии в стали никеля и углерода он способствует образованию аустенитной структуры. Итог в сплавах, содержащих хром, аустенитная структура образуется при меньшем содержании никеля.

Хромистые стали без сильных аустенизаторов являются ферритными или мартенситными. Ферритные стали, обладают повышенной коррозионной стойкостью и стойкостью против окисления в атмосферных условиях. При содержании более 12% хром придает стали высокие антикоррозионные свойства. С увеличением содержания хрома в стали повышаются ее прочность и коррозионная стойкость. Отрицательное действие хрома стремятся снизить аустенизаторами.

— Титан и ниобий. Являются эффективными ферритизаторами. Введены в сталь как активные карбидообразователи, препятствующие выпадению карбидов хрома в области «опасных» температур. Количество этих элементов в стали должно быть незначительным, так как они способствуют превращению аустенитной структуры в аустенито-ферритную и снижают пластичность стали. Если титана или ниобия присутствует в стали в 6 — 10 раз больше, чем углерода, сталь оказывается нечувствительной к МКК.

— Молибден. Добавка молибдена положительно действует на свойства стали, повышает коррозионную стойкость, прочность и пластичность сварных швов. С целью повышения пластичности металла шва на сталях, не содержащих молибдена, с успехом применяют сварочную проволоку с молибденом. Однако молибден способствует образованию ферритной фазы, поэтому, чтобы сохранить аустенитную структуру стали, повышают содержание в ней никеля.

— Кремний. Предохраняет хром от окисления. Большинство аустенитных сталей, предназначенных для сварки, содержат до 1% кремния.

— Сера и фосфор. Являются вредными примесями. Количество в стали должно быть минимальным. Примеси способствуют образованию трещин в сварных швах, причем действие фосфора проявля-

ется более интенсивно, чем серы. При повышенных температурах в процессе кристаллизации сера и фосфор скапливаются по границам зерен, где и зарождается разрушение, приводящее к образованию горячих трещин в сварных швах.

Провели изучение металла сварного шва нержавеющей коррозионностойкой стали марки 08Х13, выполненного хромистыми электродами со стержнем из стали 08Х13. Сварной шов имеет ферритную структуру металла. Тем не менее, в околошовной зоне (ЗТВ) проявляется феррито-мартенситная структура, характеризующаяся повышенной твердостью и низким сопротивлением ударным нагрузкам.

Подогревом перед сваркой от 150 до 250°С и отпуском после сварки можно снизить неоднородность структуры металла и повысить пластические свойства сварного соединения, но не существенно.

Более благоприятная структура и лучшие свойства получаются при сварке нержавеющей стали 08Х13 аустенитными электродами (ЗИО-8, ЦЛ-11, ЭА395/9 и др.), особенно после отпуска. На рисунке 1 представлена микроструктура металла околошовной зоны после сварки и отпуска сварного соединения, выполненного электродами марки ЦЛ-11. [4]

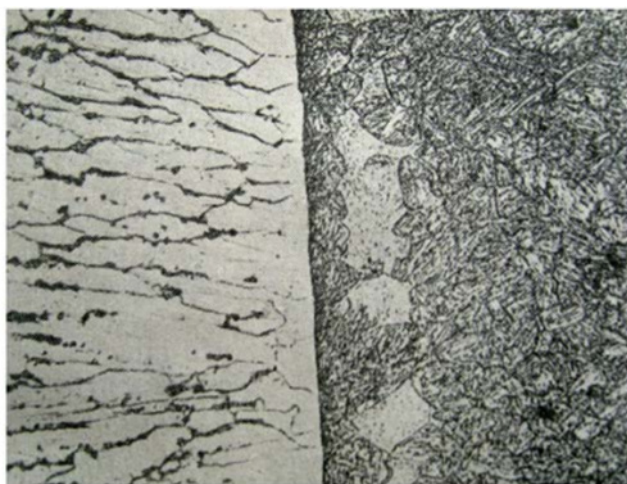


Рисунок 1. Микроструктура околошовной зоны сварного соединения из стали 08Х13, полученного с использованием аустенитного электрода (увеличение — $\times 300$)

Белая полоса по линии сплавления — зона обезуглероженного металла, светлая структура (слева) — типичная структура чисто аустенитного наплавленного металла, темная (справа) — структура стали 08Х13.

Выводы. Сопоставляя влияние различных элементов и примесей на структуру и свойства стали, можно сделать заключение, что наилучшими свойствами обладают стали, имеющие двухфазную аустенито-ферритную структуру с относительно небольшим содержанием феррита. Помимо повышенных механических и технологических свойств, данные стали обладают еще и повышенной антикоррозионной стойкостью. Это выражается тем, что растворимость карбидов в аустените и феррите различна. Феррит в отличие от аустенита содействует собиранию карбидов внутри зерен, а не на их границах. Поэтому, если коррозия и возникнет на границах отдельных зерен, то рядом расположенные ферритные зерна будут препятствовать сквозному разрушению. Но все эти положительные свойства проявляются при строго заданном количестве феррита в аустенитной структуре стали и в определенных условиях эксплуатации. Наиболее всесторонней является сталь, содержащая 2 — 8% феррита. С уменьшением количества феррита резко падает способность у стали сопротивляться появлению горячих трещин в металле шва при сварке. С увеличением количества феррита в аустенитной стали повышается склонность к старению и потере пластичности с течением времени и при высоких рабочих температурах. Кроме того, двухфазные аустенито-ферритные стали хуже сохраняют свою структуру в условиях высоких температур, чем однофазные чисто аустенитные.

Список литературы

1. Семин, А.Е. Место коррозионностойкой стали в мировой металлургии / А.Е. Семин, Ю.И. Уточкин, Е.А. Родионова. // Электрометаллургия. — 2006.- №1. — С. 2-9
2. ГОСТ 5632-72 «Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки». — 2 с.
3. Меськин В.С. Основы легирования стали. — Спб: СПб ГИТМО (ТУ) 2002 г. — 236 с.

4. Масаков, В.В. Сварка нержавеющей сталей: учеб. Пособие /В.В. Масаков, Н.И. Масакова, А.В. Мельзитдинова. — Тольятти: ТГУ, 2011. — 184 с.: обл.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ 22ГЮ

Лескина К.С., Лескин А.Н., Панфилов А.А.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В данной статье рассмотрена низколегированная конструкционная сталь марки 22 ГЮ, которая применяется для изготовления электросварных труб диаметром от 10 до 630 мм. Изучен химический состав стали и влияние легирующих элементов на ее свойства, и свариваемость. Выполнены расчеты к склонности образованию трещин.

Ключевые слова: химический состав, свариваемость, трещины, легирование.

Высокие требования прочности, предъявляемые к строительным конструкциям и механизмам промышленного назначения, требуют использования при их производстве материала с определенными характеристиками. Одним из материалов, с соответствующими физическими, химическими и механическими параметрами является конструкционная сталь марки 22ГЮ. Она устойчива к постоянным и переменным нагрузкам, обладает определенной износостойкостью и антикоррозийными качествами. [1]

Сталь марки 22ГЮ отличается хорошей прокаливаемостью, из-за добавления в нее легирующего элемента марганца до 1.4%, при изготовлении сварных изделий не образует трещин и деформаций. Содержание кремния до 0.3% усиливает показатели прочности, а содержание хрома до 0.4% повышает коррозионную стойкость стали.

Присутствие в составе сплава небольшого количества азота до 0.012% помогает достичь расчетных показателей прочности и ударной вязкости, материал обладает улучшенной износостойкостью. Кальций до 0.02% в сочетании с алюминием до 0.05% введены в сплав в качестве модификатора. [2]

Низколегированная конструкционная сталь марки 22ГЮ нашла главное применение в производстве электросварных труб диаметром от 10 до 630 мм.

Химический состав готовой продукции должен соответствовать ГОСТ 10705 «Трубы стальные электросварные. Технические условия» (таблица 1). Анализ стали на соответствие химическому составу выполнен спектральным методом анализа по ГОСТ Р 54153 «Сталь. Метод атомно-эмиссионного спектрального анализа» на оптико-эмиссионном спектрометре Thermo Fisher Scientific ARL 4460 (таблица 1). Проба для определения химического состава стали отобрана и подготовлена в соответствии с ГОСТ 7565 «Чугун, сталь и сплавы метод отбора проб для определения химического состава».

Под технологической свариваемостью понимают способность металлов образовывать прочное соединение без существенного ухудшения их технических свойств в самом соединении и в прилегающей к нему околошовной зоне [3].

Температурные вектора в зоне шва достигают 1000 град/мм, что провоцирует мощный тепловой поток от нагреваемых участков к холодным и, следовательно, быстрый темп охлаждения шва и околошовной зоны. Эти скорости для стали 22ГЮ выше критических точек, и как следствие этого, в зоне сварного соединения будут образовываться хрупкие структурные составляющие (мартенсит и тростит). Свариваемость металла зависит от химических и физических свойств, кристаллической решетки, степени легирования, наличия примесей и других факторов. [4]

Влияние основных элементов на свариваемость стали:

— Углерод (C) — определяет свойства стали при её обработке и сварке. Сварка низкоуглеродистых сталей, с содержанием углерода до 0,25% происходит без ограничений;

Таблица 1. Химический состав стали, масс %

НД	Mn	Si	C	Al	Cr	Ti	Ca	N	S	P	Mo	V	Ni	Cu
					Не более									
ГОСТ 10705	от 1.20 до 1.40	от 0.15 до 0.30	от 0.15 до 0.22	от 0.02 до 0.05	0.4	0.03	0.02	0.012	0.01	0,02	-	-	-	-
	Факт Плавка 2411240	1.25	0.25	0.22	0.021	0.06	0.001	0.001	0.006	0.001	0	0.003	0.07	0.11

— Сера (S) — вредная примесь, в процессе кристаллизации стали, сернистое железо кристаллизуется между кристаллами металла сварного шва (образование горячих трещин);

— Фосфор (P) — вредная примесь, соединяясь с железом, образует фосфористое железо, которое обладает высокой хрупкостью и придаёт стали хладноломкость (образование холодных трещин);

— Кремний (Si) — при содержании до 0,3% заметного влияния на свариваемость стали не оказывает;

— Марганец (Mn) — при содержании до 2% не оказывает существенного влияния на свариваемость;

— Хром (Cr) — при содержании до 1 % существенного влияния на свариваемость не оказывает;

Трещины — частичное местное разрушение (разрыв) в сварном шве и/или в околошовной зоне. При сварке трещины могут образовываться в процессе кристаллизации (горячие трещины) и в процессе фазовых и структурных превращений в твердом состоянии (холодные трещины)

Определим склонность стали 22ГЮ к образованию холодных трещин по формуле (1):

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Cu+Ni}{15} < 0.45 \quad (1)$$

$$C_3 = 0.22 + \frac{1.25}{6} + \frac{0.06 + 0 + 0.003}{5} + \frac{0.11 + 0.07}{15} = 0.45 = 0.45$$

Следовательно, сталь 22ГЮ склонна к образованию холодных трещин.

Вероятность появления при сварке или наплавке горячих трещин определим по показателю Уилкинсона (HCS), формула (2):

$$HCS = C + \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) * \frac{1000}{(3Mn+Cr+Mo+V)} < 4 \quad (2)$$

$$HCS = 0.22 + \left(0.001 + 0.006 + \frac{0.25}{25} + \frac{0.07}{100} \right) * \frac{1000}{(3 * 1.25 + 0.06 + 0 + 0.003)} = 4,86 > 4$$

Следовательно, сталь 22ГЮ склонна к образованию горячих трещин
Смоделируем ситуации к склонности появления трещин с понижением/повышением содержания [Si], [C] и [Mn] от фактического значения, не изменяя при этом остальной химический состав стали.

1. Понижение [Si] на 0.10% и [C] на 0.07 %, повышение [Mn] на 0.35%.

Склонность к образованию холодных трещин:

$$C_3 = 0.15 + \frac{1.40}{6} + \frac{0.06 + 0 + 0.003}{5} + \frac{0.11 + 0.07}{15} = 0.41 < 0.45$$

Склонность к образованию горячих трещин:

$$HCS = 0.15 + \left(0.001 + 0.006 + \frac{0.15}{25} + \frac{0.07}{100}\right) * \frac{1000}{(3 * 1.40 + 0.06 + 0 + 0.003)} = 3,36 < 4$$

2. Повышение [Si] на 0.05%, понижение [Mn] 0.05%

Склонность к образованию холодных трещин:

$$0.22 + \frac{1.20}{6} + \frac{0.06 + 0 + 0.003}{5} + \frac{0.11 + 0.07}{15} = 0.44 < 0.45$$

Склонность к образованию горячих трещин:

$$HCS = 0.22 + \left(0.001 + 0.006 + \frac{0.30}{25} + \frac{0.07}{100}\right) * \frac{1000}{(3 * 1.20 + 0.06 + 0 + 0.003)} = 5,60 > 4$$

Сталь 22ГЮ склонна к образованию горячих трещин

На рисунке 1 представлен график зависимости стали 22ГЮ к склонности образования трещин от содержания [Si], [C] и [Mn]

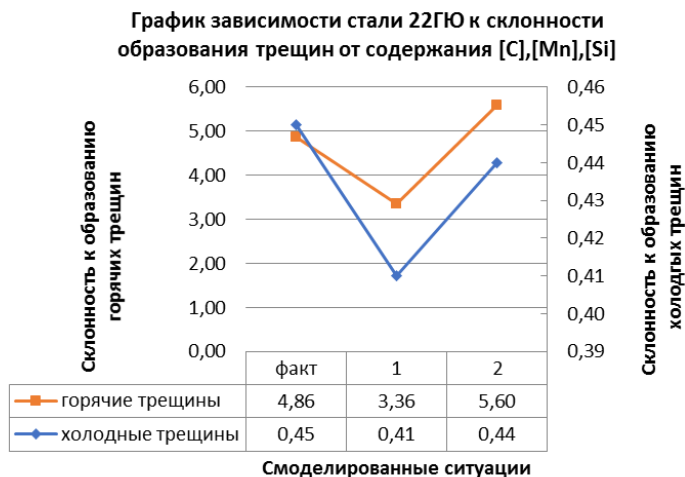


Рисунок 1. График зависимости к склонности образованию трещин

Выводы. При понижении содержания углерода и кремния к нижним марочным значениям и увеличению содержания марганца к высшему марочному значению по ГОСТ 10705, склонность стали 22ГЮ к появлению горячих и холодных трещин при сварке сводится к минимуму.

Список литературы

1. Конструкционные материалы. Справочник под ред. Б.Н. Арзамасова — М.: Машиностроение, 1990. — 688 с.
2. В.И. Онищенко, С.У. Мурашкин, С.А. Коваленко, Технология металлов и конструкционные материалы, 2 издание, переработанное и дополненное, г. Москва ВО «Агропромиздат» 1991 г. — 80-83 с
3. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А. В. Коновалов, А.С. Куркин, Э. Л. Макаров [и др.]; под ред. В. М. Неровного. — М.: Изд-во МГТУ, 2007 — 313 с.
4. Богомолова Н.А. Практическая металлография: Учебник для техн. училищ. — 2-е изд., испр. — М.: Высш. школа, 1982. — 272 с., ил. — (Профтехобразование. Металлография, металловедение)

ВОРОНКООБРАЗОВАНИЕ ПРИ КОВШЕВОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ

Моров Н.Д.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. *Снижение попадания ковшевого шлака промежуточный ковш при разливке является одной из проблем, решение которой позволяет повысить чистоту стали. В частности, затягивание шлака, вызванное образованием вихревой воронки. Цель данной работы — изучение процесса образования вихревой воронки, а также способы предотвращения воронкообразования.*

Ключевые слова: *вихревая воронка, разливка стали; сталеразливочный ковш, промежуточный ковш, рафинирующий шлак.*

По мнению исследователей, вихревая воронка проходит четыре стадии развития, как показано на рисунке 1. На первой стадии, когда поток жидкости очень велик и/или остаточная тангенциальная ско-

рость мала, на поверхности образуется углубление, обычно в центре оси вращения тангенциального движения. По мере уменьшения напора жидкости или увеличения остаточной тангенциальной скорости, углубление начинает расширяться вниз, образуя воронку, которая увлекает за собой шлак в сливное отверстие.

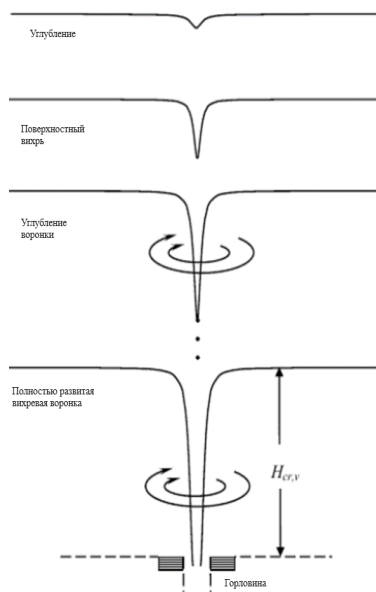


Рисунок 1. Этапы формирования вихревой воронки

Основными параметрами, характеризующими вихревую воронку, являются:

$H_{кр,в}$, критическая высота жидкости, при которой воронка вихреобразования становится полностью развитой, т.е. достигает дна ковша;

$V_{\theta,кр}$, минимальная остаточная тангенциальная скорость, необходимая для возникновения воронки.

Практически невозможно избежать наличия случайных остаточных тангенциальных скоростей в сталеразливочном ковше. Так же трудно предсказать их величину и направление т.к. это зависит от многих параметров: скорости разливки стали из печи, времени выдержки между этапами внепечной обработки, способами внепечной обработки, перемещениями между агрегатами, установки ковша на

подъемно-поворотный стенд, поворота стенда в положение разливки, геометрии ковша и расположение и размеры сливного отверстия относительно его оси [1].

Способы предотвращения образования вихревой воронки при разливке стали:

1. Ассиметричное расположение сливного отверстия относительно оси сталеразливочного ковша. Чем дальше от оси ковша, тем больше времени необходимо для начала образования углубления в зеркале металла и полноценного развития вихревой воронки [2].

2. Изменение геометрии футеровки днища сталеразливочного ковша. Использование наклонной или же многоуровневой схемы футеровки.

3. Регулирование скорости потока при помощи шибера за-
твор.

Список литературы

1. Pavan Kumar Singh. Scale model experiments and numerical study on a steel teeming process. //University of Kentucky Master's Theses. — 2004. — 317.

2. Павельев А.А., Штарев А.А. Условия формирования нестационарных вихревых воронок// Электронный журнал «Исследовано в России» 2673 <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/249.pdf>

3. Куберский С. В. Влияние характера истечения стали из технологических емкостей на показатели процесса непрерывной разливки//Технические науки: научные приоритеты учёных. — 2016. — С. 22-33.

СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ШЛАКА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ

Моров Н.Д.

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса

Аннотация. Завершение разливки плавки из сталеразливочного ковша сопровождается внедрением частиц ковшевого шлака вглубь жидкой ванны металла в промежуточном ковше. Это возникает в результате образования вихревой воронки, которая затягивает шлак в поток стали, что может привести к искажению физико-химических свойств рафинирующей шлакообразующей смеси, применяемой в промежуточном ковше, а также к загрязнению шлаковыми включениями внутренней структуры сляба. Чтобы снизить количество попадания шлаковых включений, необходимо своевременно прекращать разливку металла из сталеразливочного ковша. Для этого последние десятилетия создавались и совершенствовались способы раннего обнаружения шлаковых частиц в струе металлического расплава. Цель данной работы — рассмотрение основных способов определения шлаковых частиц при переливе жидкого металла из сталеразливочного ковша в промежуточный.

Ключевые слова: непрерывная разливка, сталеразливочный ковш, промежуточный ковш, рафинирующий шлак, вибрационный способ, визуальный способ, электромагнитный способ.

В технологии производства стали непрерывная разливка имеет ключевое значение для получения качественной продукции, особенно в части получения максимально однородной структуры с минимальным количеством неметаллических включений (НВ). К характерным экзогенными НВ относятся шлаковые. Один из источников данных включений является ковшевой шлак, проникающий в металлический расплав при завершении разливки плавки из сталеразливочного ковша в промежуточный.

Первым в истории способом обнаружения частиц шлака является визуальный [1]. В настоящее время разливка стали из сталеразливочного ковша в промежуточный осуществляется с использованием защитной трубы. При соблюдении разливки стали под уровень на протяжении всей плавки появление шлака в струе металла определяется возле защитной трубы в промежуточном ковше и характеризуется ярким свечением. Разливщик визуально определяет всплытие шлака и вручную перекрывает шиберный затвор сталеразливочного ковша. Проходит определенное время от момента обнаружения до принятия решения о закрытии шиберного затвора. Эффективность данного способа зависит от опыта разливщика. В одних случаях разливщик реагирует слишком поздно и это приводит к загрязнению металла, в других случаях слишком рано, что неизбежно приведет к потерям годной продукции [2]. Момент визуального определения шлака на поверхности металла в промежуточном ковше показан на рисунке 1.



Рисунок 1. Момент визуального определения шлаковых частиц на поверхности металла в промежуточном ковше: а) до появления ковшового шлака; б) признаки появления ковшового шлака на поверхности жидкой стали

Вибрационный способ основан на определении механических колебаний определенной частоты, характерные процессу образования воронки в снижающемся остатке металла в сталеразливочном ковше. В процессе разливки жидкой стали вибрации передаются через манипулятор защитной трубы на акселерометр. При вовлечении в поток шлаковых частиц происходит изменение частоты вибрации при определенных значениях которой передается сигнал закрытие шиберного затвора.

Установка акселерометра в схеме непрерывной разливки представлена на рисунке 2 [2].

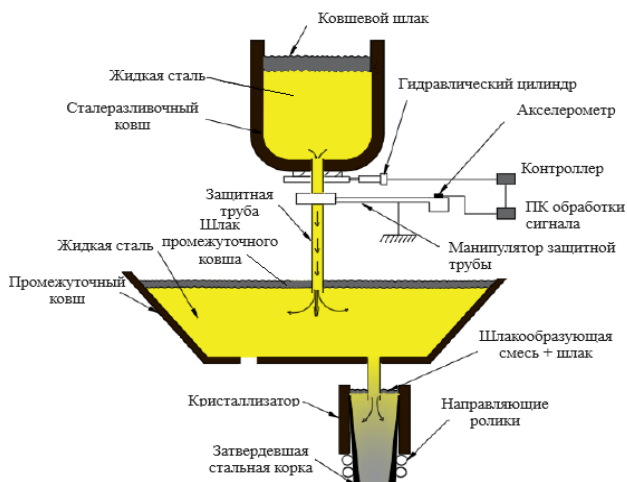


Рисунок 2. Установка акселерометра в схеме непрерывной разливки

Данный способ имеет относительно высокую точность, простую конструкцию и минимальные капитальные вложения. Существенный недостаток системы — чувствительность к посторонним вибрациям, которые создают: подъемно-поворотный стэнд, сталево­зы, электро­мостовые краны, электродвигатели и другие агрегаты/механизмы. Поэтому необходима тонкая настройка датчика. В результате погрешности возможно неверное срабатывание, что приведет к попаданию значительного количества шлаковых включений в слаб при позднем срабатывании и к потере годного при ложной индикации.

Электромагнитный способ основан на измерении электромагнитной проводимости потоков жидкой стали. На первичную катушку датчика подается ток, создающий электромагнитное поле и вызывающий индукцию вихревых токов. Частицы шлака также обладают проводимостью в соотношении 1/1000. При протекании шлаковых частиц в потоке стали параметры магнитного поля изменяются и фиксируется выходным напряжением вторичной катушки, после чего данные передаются на контроллер и обрабатываются компьютером. Далее, сигнал поступает на автоматическое закрытие шиберно-

го затвора. Датчик монтируется в нижней части сталеразливочного ковша. Установка датчика представлена на рисунке 3 [3]

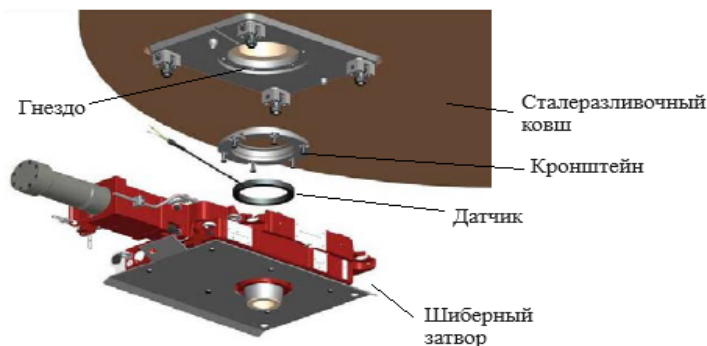


Рисунок 3. Установка электромагнитного датчика

Данный способ имеет высокую точность измерений, отсутствие зависимости от вибраций. Не требует тонкой настройки по сравнению с предыдущим способом. Однако потребует значительных капитальных вложений, т.к. необходимо модернизировать парк шибберных затворов.

Однако следует отметить, что применение способа раннего обнаружения шлаковых частиц в струе разливаемого металла влечет собой, увеличение остатка стали в ковше. Компенсировать этот недостаток возможно за счет изменения геометрии футеровки днища сталеразливочных ковшей за счет распределения уровней, с самой глубокой частью над сталевыпускным отверстием.

Несмотря на преимущества и недостатки известных способов обнаружения шлака, в настоящее время не существует однозначного мнения о его выборе, поэтому действующие металлургические предприятия определяют удобный для себя способ, исходя из требуемой чистоты получаемой продукции и потребностей заказчика.

Список литературы

1. Zhang Z., L. Bin, Y. Jiang. Optic Slag detection system based on infrared temperature measurement. // Optic — International Journal for Light and Electron Optics. — 2014. — V. 125. — P.1412–1416.

2. Hakan Kapusuz, Mehmet Ali Güvenç, Selçuk Mistikoğlu. A review study on ladle slag detection technologies in continuous casting process // Kapusuz et al., International Advanced Researches and Engineering Journal. — 2019. — V. 03. — P. 144-149.

3. Wolfgang Theissen, Wolfgang Bender-Bergold. Slag detection in the continuous casting machine yesterday, today and tomorrow. // XXXIX Steelmaking Seminar — International. — 2017. — P. 594-602.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИСТОВОГО ПРОКАТА КЛАССА ПРОЧНОСТИ СТАЛИ К60 В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА МКС-5000

А.С. Морщакова^{1,2}, П.В. Наумова^{1,2}, М.А. Товмасын¹

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Выкса

²АО «Выксунский металлургический завод»

Аннотация. Рассмотрены особенности современной технологии производства листового проката в условиях производства МКС-5000. Проведен анализ влияния технологии производства на механические свойства листового проката. Выявлена зависимость временного сопротивления и предела текучести в поперечном направлении от температуры окончания чистой стадии прокатки

Ключевые слова: Контролируемая прокатка, термомеханическая обработка, охлаждение, листовый прокат, технология производства, черновая стадия, чистовая стадия, интервал температур, механические испытания, временное сопротивление, предел текучести.

Основой процесса, контролируемой прокаткой сталей, следует считать идею термомеханической обработки. Согласно определению [1, 2] термомеханическая обработка представляет собой набор мероприятий по нагреву, деформации и охлаждению. В результате кото-

рых происходит формирование структуры в условиях высоких концентраций структурных несовершенств.

Классификацией способов термомеханической обработки является сочетание видов деформации и $(\gamma - \alpha)$ — превращения с учетом рекристаллизации аустенита. Прежде всего, отличия между способами термомеханической обработки определяется не условие температуры деформации, а модификация структуры аустенита перед превращением. Так как непосредственно структурное состояние аустенита формируется параметрами деформации, после-деформационного охлаждения и химическим составом стали. [3]

В качестве исследования принято производство листового проката класса прочности K60 толщиной 12,0 мм по ТУ 24.10.3-149-05757848-2016 из слэбов ПАО «НЛМК».

Слябы производства ПАО «НЛМК» размерами 250x2000x2990 мм прокатывали на стане 5000 и получали листы толщиной 12 мм, шириной 3146 мм и длиной 12200 мм.

Таблица 1. Химический состав исследуемой стали
из сертификата качества

Марка стали	Содержание элементов в % по масса										
	C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cu	Al	Ti	Nb
K60	0.1	1.62	0.3	0.01	0.002	0.01	0.02	0.03	0.035	0.022	0.04

Технология производства состояла из двух стадий: черновая стадия в 12 проходов и чистовая стадия в 9 проходов. Черновая стадия проводилась сразу после нагрева заготовки 980-1020°C. В чистовой стадии каждой заготовке соответствовал определенный интервал температур — прокатку начинали при температуре 810-860°C, а заканчивали при температуре 735±10°C.

По результатам механических испытаний выявлена зависимость временного сопротивления и предела текучести в поперечном направлении от температуры окончания чистовой стадии прокатки (рис.1, 2).

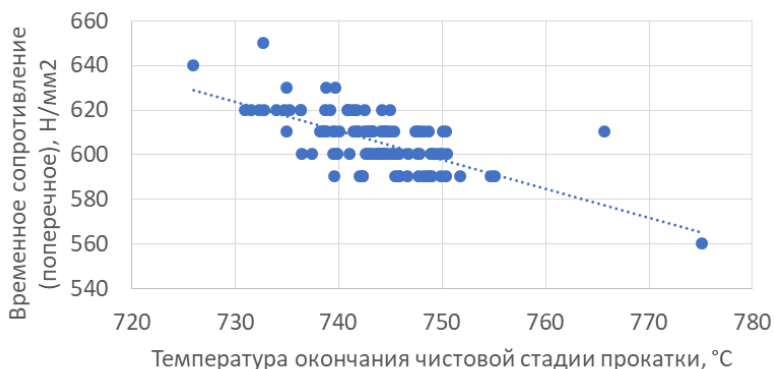


Рисунок 1. Зависимость временного сопротивления листового проката в поперечном направлении от температуры окончания чистовой стадии прокатки на стане 5000

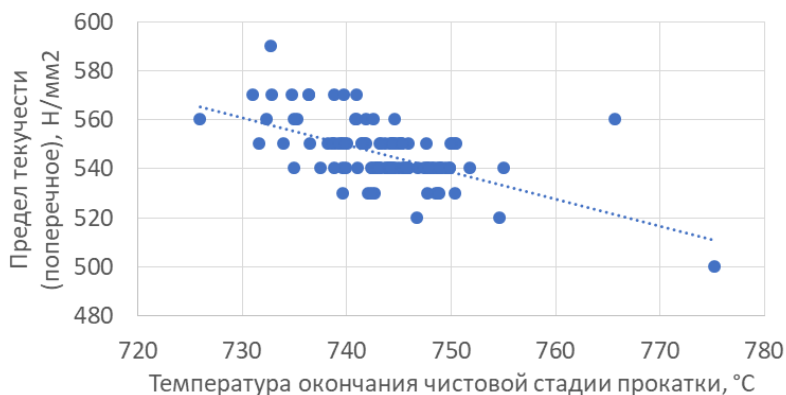


Рисунок 2. Зависимость предела текучести листового проката в поперечном направлении от температуры окончания чистовой стадии прокатки на стане 5000

Выводы. Исследование влияния технологии производства на механические свойства листового проката показало, что при понижении температуры окончания чистовой стадии прокатки можно добиться повышения значений временного сопротивления и предела прочности в поперечном направлении класса прочности К60 в условиях производства МКС-5000.

Список литературы

1. Бернштейн М. Л., Займовский В. А., Капуткина Л. М. Термомеханическая обработка стали. М.: Металлургия, 1983. 480 с.
2. Мейер Л. Улучшение свойств материалов термомеханической обработкой // Черные металлы (Stahl und Eisen). № 7. 1981. С. 40–48.
3. Эфрон Л.И. Металловедение в «большой» металлургии. Трубные стали — М.: Металлургиздат, 2012. — 696 с.
4. М. А. Tovmasyan, S. V. Samusev. Effect of the Nonuniform Distribution of the Mechanical Properties of Rolled Sheets on the Shape of a Round Billet after Forming in Making Large-Diameter Pipes // Russian Metallurgy (Metally), May, 2020, No. 5, pp. 589–596
5. Голи-Оглу Е.А., Эфрон Л.И., Морозов Ю.Д. Влияние режимов деформации на основных этапах контролируемой прокатки на микроструктуру трубной стали // МиТОМ. 2013. № 6. С. 9–13. 25.
6. Рингинен Д.А., Эфрон Л.И., Частухин А.В. Построение системы разработки новых видов продукции и технологий: В кн. «Развитие технологий производства стали, проката и труб на Выксунской производственной площадке» / Сб. тр. под об
7. Товмасын М.А., Самусев С.В. Анализ влияния неравномерного распределения механических свойств листового проката на форму трубной заготовки после формовки при производстве труб большого диаметра//Металлы. 2020. №3. С. 95–102.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОЛОСЫ ПЕРЕД ПРОКАТКОЙ В ЛИНИИ СТАНА 2000

Мурзин М. А.

*Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, Москва*

Аннотация. Произведено моделирование охлаждения полосы биметалла в соотношении 10% 12X18H10T — 90% 09Г2С. Получена модель распределения температурных полей после охлаждения. Для полученной модели был проведен расчёт деформации, вызванной неравномер-

ным изменением температуры. Сделан вывод о возможности прокатки полосы такой компоновки при предложенной схеме охлаждения.

Ключевые слова: биметалл, прокат, асимметричный пакет, охлаждение металла, моделирование, ANSYS.

В промышленности существует потребность в биметалле, в том числе сортамента высокопроизводительного стана НШПС 2000. При прокатке биметалла существует проблема разности сопротивлений деформации плакирующего и основного металлов, которая приводит к разности в вытяжке слоёв. Разность вытяжки слоёв приводит к понижению качества проката, увеличенной обрезки. Большие её значения могут привести к забуртовке полосы и раскрытию пакета, что может привести к аварии.

Для исследования данной проблемы была выбрана полоса составом 90% основного слоя металла марки 09Г2С и 10% плакирующего слоя металла марки 12Х18Н10Т. Выбран техпроцесс получения из заготовки высотой (h)=165 мм, длиной (l)=5000 мм и шириной (b)=1500 мм, полосы высотой (h)=10 мм, длиной (l)=78000 мм и шириной (b)=1590 мм. Заготовка представляет из себя асимметричный пакет, сваренный вакуумным методом.

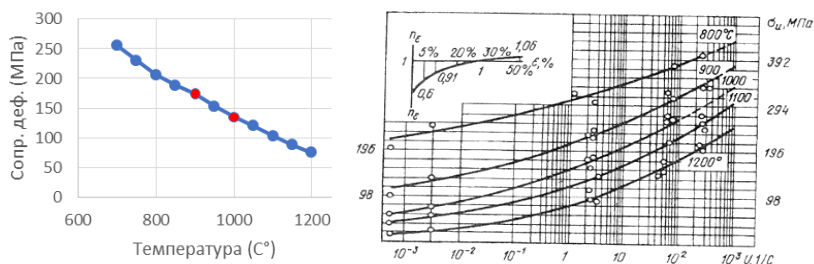
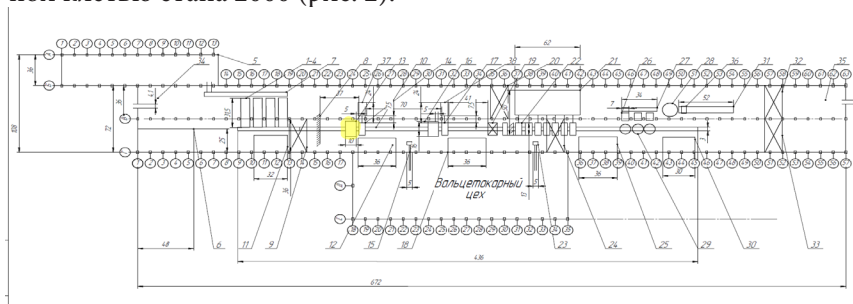


Рисунок 1. Зависимость сопротивления деформации от температуры для сталей 09Г2С (слева) и 12Х18Н10Т (справа) при скорости деформации $\dot{\epsilon}=2 \text{ с}^{-1}$

Путем анализа свойств металлов при повышенных температурах, была выявлена разность сопротивлений деформации. Технологически, без возникновения дополнительных проблем, можно достичь разности температур в 100 С°, это даст увеличение сопротивления

деформации для стали 09Г2С на $39 = 174-135$ МПа при 1000 и 900 С° соответственно (рис.1), и, тем самым, уменьшит разность сопротивлений деформации с 42 МПа до 3 МПа. Для достижения указанной разности была спроектирована установка контролируемого охлаждения (УКО). Предлагается её размещение перед первой реверсивной клетью стана 2000 (рис. 2).



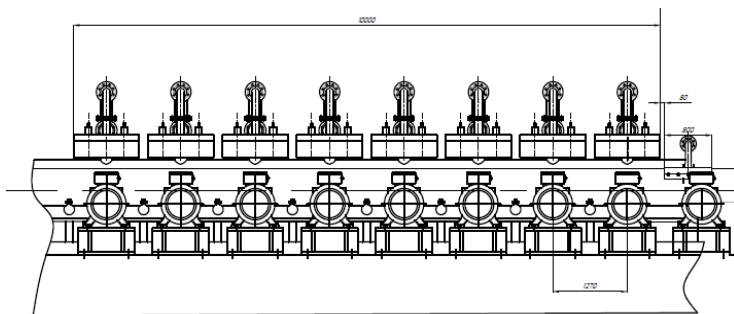


Рисунок 4. Зона УКО

Для расчёта влияния установки контролируемого охлаждения на температуру и расхода воды, было проведено моделирование в программной среде Ansys Mechanical. В качестве методики исследований проблемы выбран метод конечных элементов. Математическая модель — Рунге-Кутты 4-го порядка. Моделирование показало распределение температурных полей в металле перед первым проходом первой клетки. Разность средних температур $\sim 100^\circ\text{C}$ в слоях, которая дают разность сопротивлений деформации $= 3\text{ МПа}$, что меньше изначального $= 42\text{ МПа}$. Это положительно влияет на баланс вытяжки слоёв пакета. На участках толщиной 15 мм от поверхности плакирующего и основного слоёв получены средние температуры (рис.5, 6): 1032°C и 898°C соответственно.

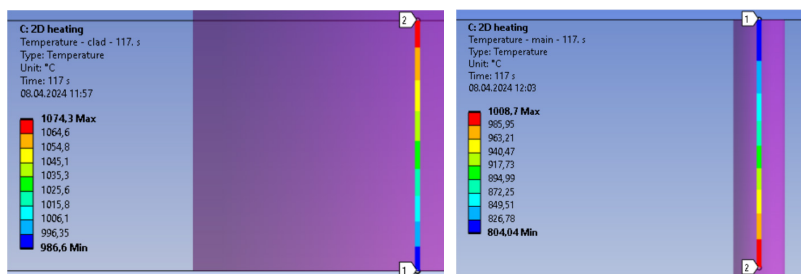


Рисунок 5. Распределение температур на толщине 15 мм от поверхности в плакирующем (слева) и основном (справа) слоях

Для подтверждения возможности прокатки в первой клетки был проведен подтверждающий расчёт термических деформаций (рис. 7), показавший распределение объёмной деформации в связи с не-

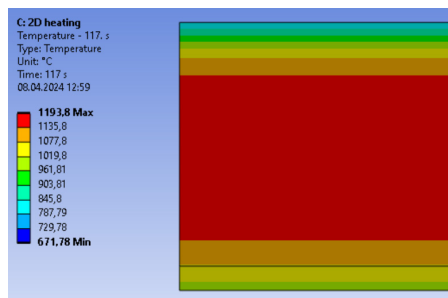


Рисунок 6. *Общее распределение температуры по толщине листа*

равномерностью нагрева. Задача осесимметричная, на рисунке представлен разрез по центральной оси. Расчёт показал, что максимальные значения деформации равны 25 мм по длине и 3 мм по ширине, что не препятствует прокатке.

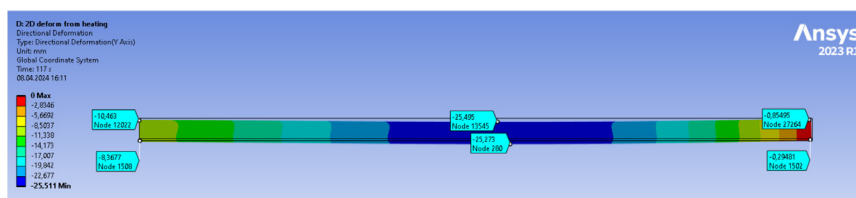


Рисунок 7. *Распределение термических деформаций по длине охлаждаемой заготовки*

Был произведен расчёт параметров работы установки в соответствии с моделью, разработанной А. Г. Зинягиным [1]. Расчёт показал, что необходимый расход воды = $0,0226 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$. Модель была использована в связи со схожестью конструкции УКО с источником.

Выводы. Предложен инструмент для балансирования разности сопротивлений деформации плакирующего и основного металлов, которая приводит к разности в вытяжке слоёв, при помощи формирования температурного профиля по толщине пакета. В качестве средства реализации предложена конструкции УКО для формирования температурного профиля. Разработана методика охлаждения пакета, выполнено моделирование, показавшее её эффективность, по результату

уменьшения разности в вытяжке слоёв. Выполнен проверочный расчёт, доказывающий безопасность данного метода для условий захвата металла клетью. Для данной схемы рассчитан расход воды в УКО.

Список литературы

1. Зинягин А. Г. Совершенствование процессов прокатки и охлаждения листов из трубных марок сталей на стане-5000: автореф... дис. кан. техн. наук. — ООО «Полиграфист», г. Выкса: 2014. — 16 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТА НА ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Наумова П.В., Морщакова А.С., Ионов С.М.

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса

Аннотация. В работе исследованы параметры технологии толстолистого проката, влияющие на энергосиловые параметры процесса (усилие и момент прокатки). Изучено влияние коэффициента напряжённого состояния (коэффициента подпора), учитывающего влияние внешнего трения, внешних зон и натяжения концов полосы, а также влияние предела текучести в зависимости от химического состава металла, температуры, степени и скорости деформации.

Ключевые слова: Среднее контактное давление, длина очага деформации, степень деформации, контактная площадь, сила трения, толщина полосы, коэффициент напряжённого состояния, форма очага деформации, сопротивление деформации, скорость прокатки, температура прокатки.

На энергосиловые параметры, а именно на среднее контактное давление можно влиять либо через коэффициент напряжённого со-

стояния (коэффициент подпора), либо через сопротивление деформации металла [1].

Коэффициент напряженного состояния учитывает влияние внешнего трения, внешних зон и натяжения концов полосы. С увеличением толщины прокатываемой полосы, действие сил трения уменьшается по мере удаления от контактной поверхности [6]. Подпирающее действие сил трения образует области затруднённой деформации. Обжатия в них меньше, чем в других точках очага деформации. Распределение обжатий по высоте зависит от формы очага деформации (l_x/h_{cp}) и (b_0/h_0) . При $l_x/h_{cp} < 1$ напряжения трения незначительны, и оказывают минимальное влияние на контактное давление, при этом увеличивается роль внешних зон. Установлено, что при ширине очага деформации $b/l_x \approx 5$, ширина полосы не оказывает влияние на контактное давление. Силы натяжения облегчают продольное течение металла, как следствие снижают среднее контактное давление. Подпор концов полосы вызывает повышение среднего контактного давления. Также установлено, что с увеличением диаметра валков, растёт длина очага деформации, в следствие чего усиливается подпирающее действие сил трения, что служит причиной роста среднего контактного давления.

На сопротивление деформации оказывают влияние химический, структурный и фазовый состав материала, температура, степень и скорость деформации [2], [3]. К современному методу определения сопротивления деформации относят метод термомеханических коэффициентов (В.И. Зюзин и А.В. Третьяков), основанного на пластометрических исследованиях нескольких образцов определённой стали при различных сочетаниях степени, температуры и скорости деформации [4]. По результату исследований получают реологическое уравнение вида:

$$\sigma_s = A_1 A_2 A_3 e^{-m_1 t} \varepsilon^{m_2} \dot{\gamma}^{m_3} \sigma_0$$

Для определения зависимости энергосиловых параметров от степени обжатия выполнены расчёты: для первого прохода черновой стадии прокатки при температуре 1200°С и для первого прохода чистовой стадии прокатки с температурой подстуживания 800°С. Расчёты были выполнены для разных степеней обжатия для каждой из температур. Материалом прокатки выбрана трубная марка стали с реологическим уравнением $\sigma = 1818 \varepsilon^{0.25544} u^{0.1119} e^{-0.002627}$, полу-

ченным в работе [8] в результате испытаний на сжатие на установке Gleeble. На основе расчётов приведены графические зависимости усилия и момента прокатки от степени обжатия.



Рисунок 1. График зависимости усилия прокатки от обжатия при прокатке полосы 280 мм

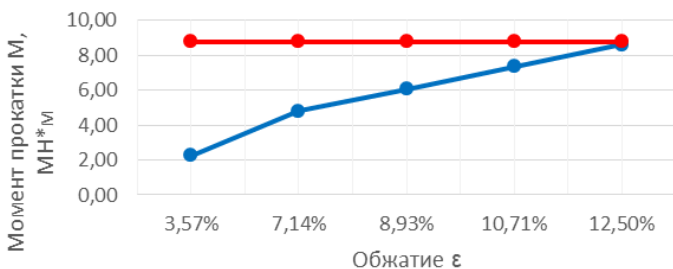


Рисунок 2. График зависимости момента прокатки от обжатия при прокатке полосы 280 мм

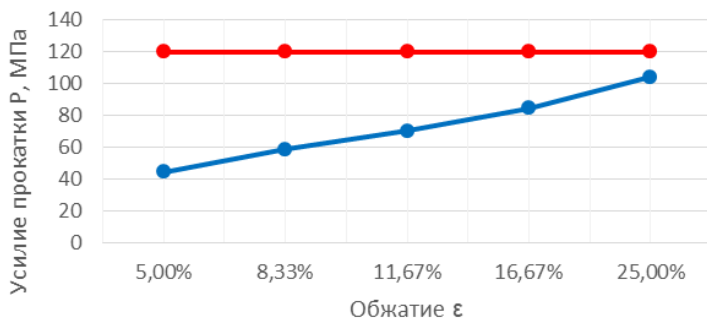


Рисунок 3. График зависимости усилия прокатки от обжатия 60 мм

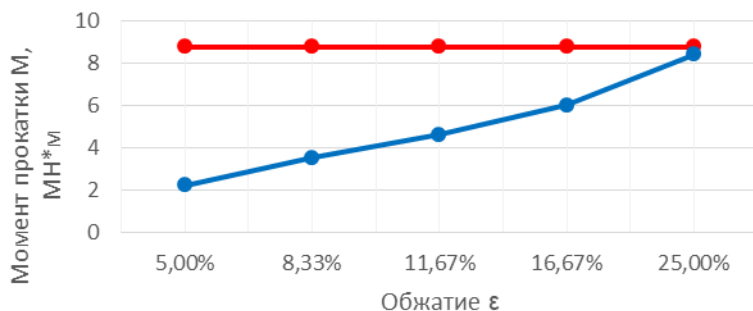


Рисунок 4. График зависимости момента прокатки от обжатия 60 мм

Установлено, что с увеличением обжатия растёт длина очага деформации, как следствие растёт и сумма продольных попирающих сил трения. Затрудняется течение металла по контактной поверхности. В связи с этим среднее контактное давление возрастает.

Выводы. Исследование влияния технологии производства толстолистого проката на энергосиловые параметры показало, что с увеличением толщины проката растёт длина очага деформации, усиливается подпирающее действие сил трение, что служит причиной роста контактного давления и усилия прокатки.

Список литературы

1. Целиков А.И. Теория расчета усилий в прокатных станах. М.: Металлургиздат, 1962. 494 с.
2. Контактное взаимодействие металла и инструмента при прокатке / П. И. Полухин, В. А. Николаев, В. П. Полухин, А.В. Зиновьев, Е.Н. Косаримов. М.: Металлургия, 1974. 200 с.
3. Третьяков А.В., Зюзин В. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением. М.: Металлургия, 1973. 224 с.
4. Андреюк Л.В., Тюленев Г.Г. Аналитическая зависимость сопротивления деформации металла от температуры, скорости и степени деформации // Сталь. 1972. № 6. С. 825-828.

5. Клименко В.М. Онищенко А.М. Кинематика и динамика процессов прокатки. М: Металлургия, 1984. 232 с.
6. Грудев А.П. Теория прокатки. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 280 с.
7. Грудев А.П., Зильберг Ю.В., Тилик В.Т. Трение и смазки при обработке металлов давлением: справ. изд. М.: Металлургия, 1982. 312 с.
8. Зинягин А.Г., Мунтин А.В., Крючкова М.О. Исследование сопротивления деформации трубных сталей в лабораторных условиях и по данным промышленных прокаток с использованием инструментов машинного обучения. Известия вузов. Чёрная металлургия. 2023; 66(1): 70-79. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2023-1-70-79>

УДК 669.1 ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДАЛЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ МЕТАЛЛА В КОВШАХ РАЗЛИЧНОЙ ВМЕСТИМОСТИ

Новикова Е.С. Сафонов В.М.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В данной работе будет произведен сравнительный анализ дегазации стали в ковшах различной вместимости, рассмотрены преимущества и недостатки удаления водорода из ковшей 10 и 180 тонн.

Ключевые слова: удаление водорода, дегазации в вакууме, инертные газы, формула Геллера.

Повышение требований к качеству стали привели к созданию новых сталеплавильных процессов, соответствующих современному уровню развития техники. Одним из элементов таких технологий является вакуумная обработка.

Обработка металла вакуумом влияет на протекание тех реакций и процессов, в которых принимает участие газовая фаза. Газовая фаза образуется, в частности, при протекании реакции окисления угле-

рода (образование CO), при протекании процессов выделения, растворенных в металле водорода и азота, а также процессов испарения примесей цветных металлов [1].

Как известно, наиболее эффективным способом дегазации стали является ее вакуумирование. Удаление газов в газовую фазу осуществляется по трем статьям:

- в пузырьке CO, образующемся при раскислении стали углеродом;
- в пузырьке инертного газа;
- через поверхность металла, обнаженного от шлака. [2]

Скорость дегазации зависит от ряда взаимосвязанных технологических факторов, влияющих как на степень, так и на ход процесса дегазации стального расплава в ковше. Основными из них являются:

- начальные (перед вакуумированием) концентрации элементов, растворенных в расплаве и удаляемых в газовую фазу;
- величина свободного борта в сталеразливочном ковше;
- давление газовой фазы над расплавом;
- расход продувочного газа (аргона);
- изначальный радиус пузыря аргона;
- средняя скорость движения расплава в газометаллическом факеле. [3]

В результате проведения расчета растворения водорода в металле было установлено, что концентрация увеличивается с повышением температуры жидкого металла.

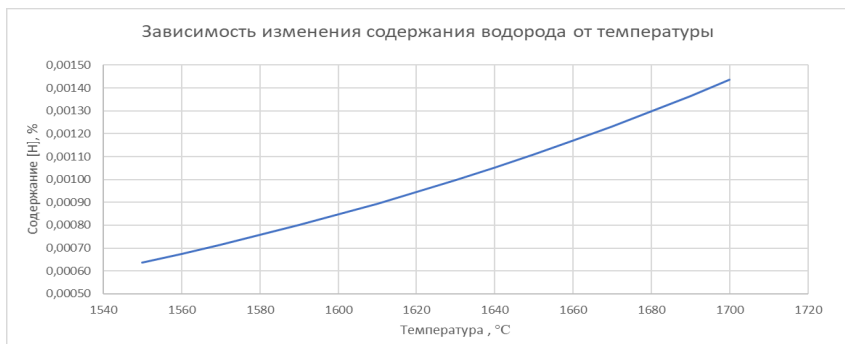


Рисунок 1. Зависимость усвоения водорода от роста температуры

Для приблизительной оценки расхода инертного газа на дегазацию стали в используется формула W. Geller [4]:

$$V_{Ar} = \frac{22,4}{M_{H_2}} \cdot \left[P \cdot K_H^2 \cdot \left(\frac{1}{[H]} - \frac{1}{[H_0]} \right) + ([H_0] - [H]) \right] \quad (1)$$

где V_{Ar} — Объем продуваемого через металл аргона, м³/т; M_{H_2} — относительная молекулярная масса удаляемого газа, Па; P — давление над поверхность металла; K_H — константа равновесия реакции растворения газа в металле; $[H]$ — конечная концентрация водорода в стали, %; $[H_0]$ — исходная концентрация водорода в стали, %.

Определяем количество аргона при температуре продувке $T=1600^\circ\text{C}$

$$V_{Ar} = \frac{22,4}{2,016} \cdot \left[10^{-5} \cdot (0,00254^2) \cdot \left(\frac{1}{0,00085} - \frac{1}{0,0002} \right) + (0,00085 - 0,0002) \right] = 0,0718 \text{ м}^3/\text{т}$$

Принимаем массу плавки равную 10 тонн, следовательно, определяем расход аргона на 1 тонну стали:

$$0,0718 \text{ м}^3/\text{т} = 71,8 \text{ л/т}$$

$$71,8 \text{ л/т} \cdot 10 \text{ т} = 718 \text{ л/пл}$$

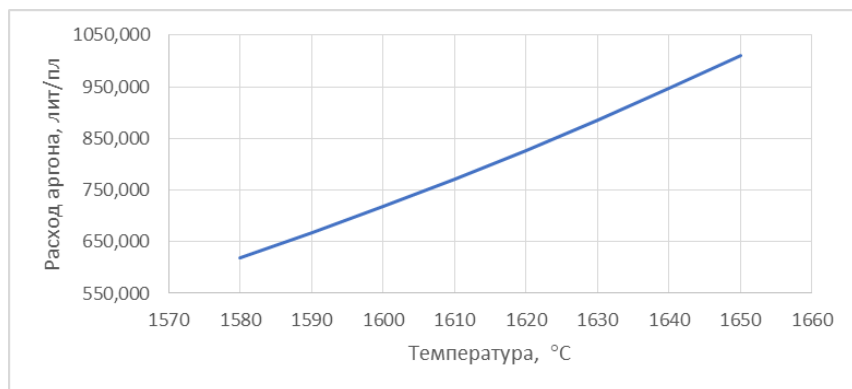


Рисунок 2. График зависимость изменения расхода аргона при повышении температуры металла

Продолжительность продувки на ковше вместимостью 10 т занимает 15 минут, отсюда

$$\frac{10 \text{ т}}{15 \text{ мин}} \cdot 71,8 \text{ л/т} = 47,9 \text{ л/мин}$$

Из практических данных известно в 10-ти тонном ковше за время продувки в вакууматоре теряется 5°C в минуту, следовательно, за 15 минут продувки температура упадет на 75°C. Отсюда следует, если температура начала разливки должна быть 1550°C, то перед вакуумированием металл необходимо перегреть до температура равной 1625°C, что ведет за собой повышение содержания водорода в металле.

Расчеты растворения водорода в металле применимы и для ковшей большой емкости, расчет проведем для ковша емкостью 180 тонн.

Определяем сколько затрачивается аргона на продувку 1 тонны стали если общая продолжительность продувки 180 тонн длится 55 мин:

$$\frac{180 \text{ т}}{55 \text{ мин}} \cdot 71,8 \text{ л/т} = 234,98 \text{ л/мин}$$

Из практических данных известно в 180-ти тонном ковше за время продувки в вакууматоре теряется 0,7°C в минуту, следовательно, за 55 минут продувки температура упадет на 38,5°C. Отсюда следует, если температура начала разливки должна быть 1550°C, то перед вакуумированием металл необходимо перегреть в среднем на 40-50°C до температура равной 1590-1600°C, а это в свою очередь снижает начальное содержание водорода в металле.

Выводы

1. В ковшах большой вместимости вакуумирование можно начинать с более низких температур.
2. В малых ковшах для вакуумирования сталь необходимо перегреть на 75°C выше температуры начала разливки, что приводит к повышению концентрации водорода перед продувкой, следовательно, и к повышенному расходу аргона на плавку.
3. Так как при более низких температурах содержание водорода в металле будет меньше, то в процессе продувки можно стремиться к более низкому содержанию водорода до 1-1,5 ppm, не увеличивая при этом скорость продувки.

Список литературы

1. Валуев Д. В. Внепечные и ковшовые процессы обработки стали в металлургии: Учебное пособие. — 2-е испр. изд. / Д.В. Валуев; Юргинский технологический институт Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010 — 202 с.4.
2. Яковлев Ю.Н., Величко А.Г. Математическая модель удаления кислорода и водорода из металла в газовую фазу при вакуумировании в ковше
3. Ю.И. Небосов, С.В. Сухарев, А.В. Явойский Кинетика одновременного удаления водорода и азота в газовую фазу при ковшевом вакуумировании
4. Инновационное развитие электросталеплавильного производства/ Шалимов А.Г., Семин А.Е, Галкин М.П., Косырев К.Л., Монография. М.: Металлургиздат, 2014. 308 с. Ил.

ОСОБЕННОСТИ ВЫПЛАВКИ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ

Резников А.С., Козлов А.В.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Большую долю всего портфеля заказов ЛПК занимают конструкционные низколегированные стали, предназначенные для изготовления труб повышенной коррозионной стойкости и хладноломкости для магистральных газо- и нефтепроводов. К стали предъявляются высокие требования по содержанию нежелательных примесей ($[S] + [P] \leq 0,011 \%$) и газов ($[N] \leq 0,008 \%$, $[H] \leq 0,0002 \%$). Стали должны соответствовать классу прочности K52.

Общие требования по механическим свойствам: временное сопротивление разрушению $\sigma_B = 461,0 \div 588,0 \text{ Н/мм}^2$; предел текучести $\sigma_B = 325 \div 441 \text{ Н/мм}^2$.

Шихтовка коррозионностойких марок сталей (в том числе 09ГСФ) отличается от рядовых марок, относящихся к I и II группам шихтовки, повышенным содержанием в завалке твёрдого чугуна, а также использованием горячебрикетированного железа (ГБЖ), в количестве 40 и 30 т соответственно. Использование данных материалов обусловлено требованиями к низкому содержанию примесей цветных металлов.

Из-за жёстких требований по содержанию фосфора расход извести на выплавку полупродукта (далее — п/п) в ДСП несколько больше по сравнению с I, II группами сталей. После расплавления металлошихты в печь инжекторами вводится кислород и порошок науглероживателя для вспенивания шлака. Использование первородной шихты приводит к увеличению расхода кислорода в ДСП, в сравнении с выплавкой п/п для сталей I и II групп. Расход электроэнергии при выплавке п/п 09ГСФ составляет примерно 410 кВт/(ч·т) (при 380 — 390 кВт/(ч·т) для сталей I и II групп). Электроэнергия затрачивается на расплавление «пустой породы» (SiO_2), присутствующей в составе ГБЖ. Корректирующие добавки шлакообразующих материалов производятся по ходу плавки через отверстие в своде печи. Подача материалов осуществляется из бункеров по конвейеру. Слив образующегося печного шлака производится по ходу плавки через рабочее окно ДСП, без использования шлаковых чаш — на пол специально оборудованного участка (шлаковый приямок).

После контроля химического состава металла на содержание углерода, фосфора, и замера окисленности полупродукта и температуры производится выпуск металла из печи в сталеразливочный ковш, вместимостью 180 т, оборудованный шиберным затвором.

В процессе выпуска металла в ковш подаются раскислители: алюминий, FeSi-65, ферросплавы на нижний предел заданного анализа по легирующим элементам — FeMn, шлакообразующие для десульфурации и термоизоляции металла — CaO и CaF_2 .

Ковш с металлом подается в рабочую позицию ковша-печи (под крышку с электродами) и подключается к системе подачи аргона. Во время обработки стали на УКП порциями подают шлакообразующие CaO и CaF_2 и алюминий в виде гранул и проволоки для раскисления металла и шлака. С повышением температуры метал-

ла в ковше шлакообразующие материалы расплавляются. Расход извести на шлакообразование выше, чем при обработке на АКП рядовых сталей, так как требуется получить очень низкое содержание серы.

Хорошо раскисленный шлак (должен быть «белый» шлак), постоянное перемешивание металла и шлака аргоном способствуют протеканию процесса десульфурации стали с образованием сульфида кальция, переходящего в шлак.

По ходу внепечной обработки производится отбор проб и измерение температуры металла, осуществляемые вручную или манипулятором (через рабочее окно в крышке), оснащенным соответствующими сменными зондами измерения.

После получения результатов анализа проб, с целью корректировки химического состава стали, в ковш добавляется основное количество легирующих и ферросплавов — FeV и FeNb (в виде проволоки с наполнителем), а также FeCr, и шлакообразующие материалы для корректировки состава шлака.

Для проведения дополнительной дегазации и модифицирования стали из ковша сливают шлак (толщина остаточного слоя шлака должна быть не более 80 мм, определяется визуально) и помещают ковш в камеру вакууматора. В вакууматоре существует сложность удаления азота. В среднем удаляется около 20 % от значения при поступлении ковша на УВД. Ковш с металлом ставят в камеру, накачивают свод и включают насос для откачки атмосферы. Обработка металла в вакууматоре проходит при давлении около 1 мм рт.ст. Металл под вакуумом выдерживают не менее 20 — 22 минут. При этом ведут продувку аргоном. После обработки стали в вакууматоре и снятия вакуума, используют порошковую проволоку СК25РЗМ15 с наполнителем из редкоземельных металлов (РЗМ) и SiCa-проволоку для модифицирования неметаллических включений — придания им более благоприятных размеров и формы, нивелирования негативного влияния этих включений на свойства стали. После ввода проволоки с наполнителем ковш с металлом должен быть выдержан при мягкой продувке не менее 8 минут. После обработки на УВД ковш с металлом передают на участок разливки стали.

Список литературы

1. АО «ВМЗ» ТУ 0908-067-73797897-2014 «Прокат рулонный горячекатаный из углеродистой стали марок Ст2пс, 10, 20» — 23 с.
2. ТУ 14-1-3579-83 «Прокат рулонный горячекатаный из стали нелегированной качественной и обыкновенного качества» — 17 с.
3. ГОСТ 16523-97 «Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия» — 16 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ ПРИ ВЫПЛАВКЕ ТРУБНОЙ МАРКИ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ЛПК

Колобаева А.В., Солоницина Е.А.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выхса*

Аннотация. *Проведен анализ изменения содержания серы по всей технологической цепочке ДСП-АКП-ВД-МНРС в рамках предприятия АО «ВМЗ» для изучения причин увеличения серы в стали. Выполнен статистический анализ массива плавов ЛПК за 2023 год. Исследовано содержание серы в разных марках стали. Представлен расчет десульфурации по данным паспортов и сравнительный анализ с фактическими данными.*

Ключевые слова: *Технологическая цепочка, статистический анализ, содержание серы, десульфурация, среднее значение концентрации серы, среднеквадратичное отклонение, марка стали, раскислители, легирующие, вторичное окисление.*

Сталь с особо низким содержанием серы и других вредных примесей используется для изготовления нефтегазовых труб высокого давления, различных резервуаров и конструкций морского бурения, судостроения и др. Снижение содержания серы значительно улучшает ее механиче-

ские свойства, при этом степень анизотропии свойств изделий особого назначения, подвергающих знакопеременным нагрузкам или нагрузкам в поперечном направлении, значительно уменьшается. [1]

В связи с этим особое значение придают агрегатам ковшевой обработки типа ковш-печь, учитывая возможности комплекса задач, связанных с организацией перемешивания металла, удаления вредных примесей, рафинирования от неметаллических включений, доводки металла по химическому составу [2,3].

В проведённом исследовании определялось изменение содержания серы по всей технологической цепочке ДСП-АКП-ВД-МНРС. Для этого использовались данные массива произведенных плавок металла в Литейно-прокатном комплексе (ЛПК) за 2023 год. Было проанализировано 8870 плавок, из них 7185 (81 %) включают в себя обработку вакуумом.

Уменьшение содержания серы в металле определялось изменением содержания серы на каждом из участков технологической цепочки по отношению к предыдущему. Для этого были посчитаны средние значения концентраций серы на каждом участке

$$[\bar{S}] = \frac{\sum_{i=1}^n [S]_i}{n},$$

где $[\bar{S}]$ — среднее значение концентрации серы, мас. %; $[S]_i$ — значение содержания серы в металле на i плавке, %; n — количество плавок, шт.

Были рассчитаны среднеквадратичные отклонения (СКО), которые определяются по следующей формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ([S]_i - [\bar{S}])^2}{(n-1)}},$$

где σ — среднеквадратичное отклонение.

Средние значения содержания серы в металле и СКО для всех марок на участках ДСП-АКП-ВД-МНРС и ДСП-АКП-МНРС представлены на рисунке 1 и 2.

На ЛПК выплавляют большой перечень марок стали. По полученному массиву данных было определено, что за прошедший год, в основном, выплавлялись следующие марки сталей: 13ХФА, Ст3сп, Ст2пс, КЕ155, К42, К48, К50, К52, К55, К56, К60, J55, С440, 05ХГБ, 09ГСФ, 17Г1С, 22ГЮ, 09Г2С, сталь 10 и сталь 20.

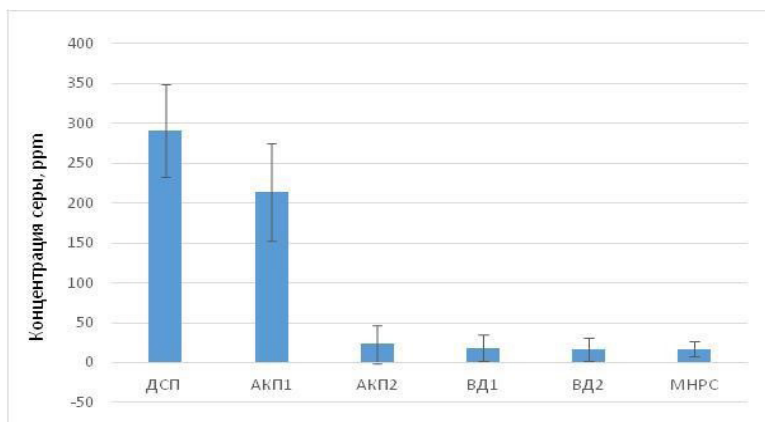


Рисунок 1. Содержание серы в металле и его СКО для всех марок стали технологической цепочки ДСП-АКП-ВД-МНРС

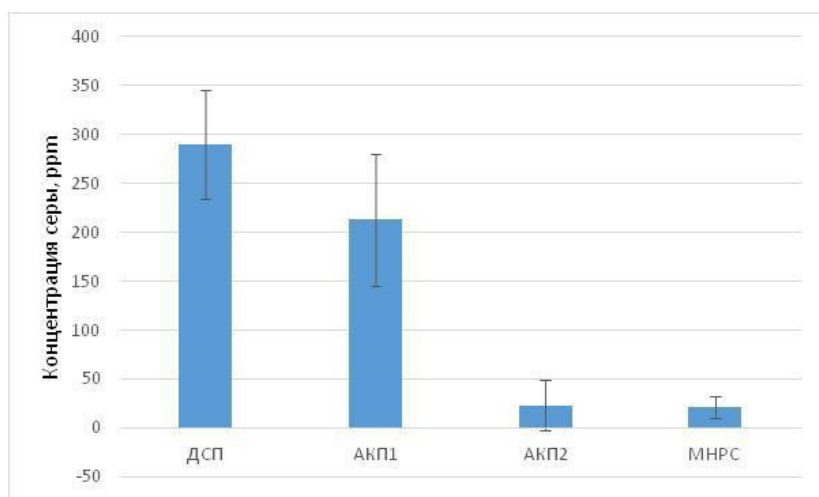


Рисунок 2. Содержание серы в металле и его СКО для всех марок стали технологической цепочки ДСП-АКП-МНРС

На рисунке 3 представлен график изменения концентраций серы на участках ДСП-АКП-ВД-МНРС.

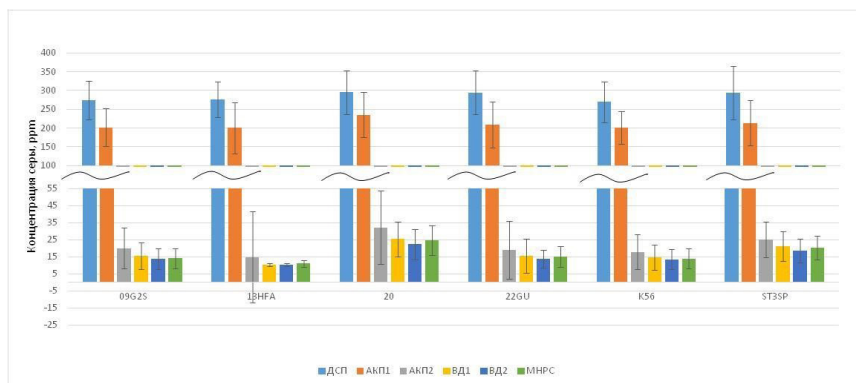


Рисунок 3. Содержание серы и соответствующее среднееквадратичное отклонение на участках ДСП-АКП-ВД-МНРС

Содержание серы на ДСП и АКП1 на представленных марках стали колеблется в одном диапазоне 250-300 ppm и 200-250 ppm соответственно. На выпуске из ДСП осуществляется подача раскислителей и легирующих, поэтому на АКП1 содержание серы уже меньше. При ковшевой обработке удаляется наибольшее количество серы. Ее концентрация в пределах 15-20 ppm, потому что металл раскислен и сера уходит в шлак. На вакууматоре происходит незначительное уменьшение, из-за понижения давления. При разливке происходит несущественное возрастание, из-за вторичного окисления или ШОС, а также в пределах погрешности спектрометра невозможно установить точный прирост серы из-за вторичного окисления металла во время разливки (погрешность на спектрометре составляет 0,001-0,0016 ppm — ГОСТ Р54153).

Выводы. Для изучения причин увеличения серы в стали был проведён анализ изменения содержания серы по всей технологической цепочке ДСП-АКП-ВД-МНРС в рамках предприятия АО «ВМЗ». Для этого был обработан массив данных из 8870 плавов, предоставленный компанией. В ходе работы были разделены на группы плавов в зависимости от марки стали, в зависимости от наличия или отсутствия вакуумной обработки, рассчитаны средние значения концентраций серы в металле и соответствующие стандартные отклонения для каждого этапа выплавки металла. В ходе работы были выявle-

ны основные причины увеличения содержания серы в металле: контакт металла с воздухом; подсос воздуха под крышку агрегата ковш-печь в зоне раскालённых дуг; присадка ферросплавов, содержащих серу, во время выпуска из ДСП и на ковшевой обработке стали; контакт струи металла с атмосферой при выпуске из ДСП в сталковш, а также во время разливки металла на МНРС. Установлено, что основной прирост концентрации серы в металле происходит на участке ДСП, среднее значение составляет 300 ppm.

Список литературы

1. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. М: Мир, ООО «Издательство АСТ» 2003. с 528
2. Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В. Современная технология производства стали «Теплотехник» Москва, 2007 с 528
3. Лузгин В.П., Сёмин А.Е., Комолова О.А. — Теория и технология обработки стали. Внепечная обработка стали, МИСиС, 2010 с 23
4. Солоницина, Е. А. Методы исследования движения потока жидкой стали / Е. А. Солоницина, А. В. Колобаева, В. М. Сафонов // Творчество молодых — родному региону : сборник материалов X региональной межвузовской научно-практической конференции, Выкса, 25 апреля 2023 года. — Казань: Общество с ограниченной ответственностью «Бук», 2023. — С. 229-232. — EDN IEFEXC.
5. Смирнов Н.А. / Электрометаллургия 2018, № 10 с. 2-10
6. ТИ описание ЛПК (Гипромез), Выкса 2016
7. Рощин В.Е. А.В. Рощин Электрометаллургия и металлургия стали, Челябинск, Издательство ЮУрГУ 2013 с 252
8. ГОСТ Р 54153-2010. Сталь. Метод атомно-эмиссионного спектрального анализа.
9. Массив данных по плавкам предприятия АО «ВМЗ» ЛПК

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ СТАЛЬ 05ХГБ

Тимонина ЕА.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В статье представлен литературный обзор инновационной марки стали 05ХГБ.

Ключевые слова: сталь 05ХГБ, коррозионная стойкость, АО «Выксунский металлургический завод».

Одно из фундаментальных открытий, которое дало толчок к дальнейшему развитию человечества — это процесс производства и плавки металла. Любая промышленность берёт какие-либо компоненты из природы и изготавливает из них то, что необходимо человеку.

В связи с растущим спросом и открытием новых месторождений сырой нефти и природного газа их транспортировка привлекла значительное внимание обрабатывающей промышленности. Иногда транспортировка должна быть непрерывной в течение длительного времени, что возможно только при трубопроводе. Протяженность этих трубопроводов может составлять от нескольких километров до тысяч километров, они проходят в различных географических условиях и окружающей среде. Следовательно, возникла необходимость уделить особое внимание требованиям к разработке высокопрочных материалов, которые могут выдерживать условия на суше, в море и под землей, а также большие колебания условий окружающей среды. Таким образом, растущий спрос нефтегазовой промышленности стимулировал использование этих высокопрочных материалов [1]. Потребность применения этих материалов под высоким давлением усложняет работу изготовителей и сварщиков этих труб. Чтобы разобраться в вопросах, связанных со сваркой этих высокопрочных низколегированных сталей, необходимо знать как химический состав, так и механические свойства.

Сварные трубы должны выдерживать внутреннее давление текучей среды в дополнение к неблагоприятным внешним условиям. Сварка высокопрочных трубопроводных материалов также является сложной задачей для инженеров при строительстве труб, а также линий транспортировки нефти и газа. Для повышения надежности и рентабельности в этой отрасли применяются эффективные методы сварки необходимы для этих материалов. Состояние текущих исследований коррозии сварных швов, водородного охрупчивания, остаточных напряжений, ремонта сварных швов и изношенных зон термического воздействия увеличиваются из года в год.

В 2010г. в АО «Выксунский металлургический завод» специалисты с привлечением ведущих научно-исследовательских организаций приступили к разработке инновационной марки стали 05ХГБ, которая должна была отвечать следующим требованиям:

- иметь наиболее востребованный класс прочности (K52)
- обладать высокой технологичностью;
- быть хладостойкой до -60°C ;
- быть коррозионно стойкой в различных средах;
- иметь хорошую свариваемость как в условиях завода, так

и в полевых условиях.

Данным требованиям отвечает низкоуглеродистая сталь с системой легирования на основе марганца, кремния, хрома и микролегирования на основе ниобия. Низкое содержание углерода в структуре позволяет обеспечить оптимальную микроструктуру, которая будет гарантировать высокую степень хладостойкости и устойчивости к коррозионному растрескиванию в сероводородосодержащих средах (H₂S, SSC). В сталь 05ХГБ был введен хром для повышенной стойкости к углекислотной коррозии. Низкое содержание углерода в стали повышает эффективность добавки хрома [2].

Таблица 1. Механические свойства листового проката из марки стали 05ХГБ

Наименование показателя	Результат
Предел текучести при 20°C , Н/мм ²	400
Временное сопротивление при 20°C , Н/мм ²	510
Относительное удлинение, %	27

Отношение предела текучести к пределу прочности	0,78
Ударная вязкость среднее значение Дж/см ² при -20°С	441
Ударная вязкость среднее значение Дж/см ² при -60°С	421

Таблица 2. Химический состав стали 05ХГБ в %, по ТУ-1380-062-05757848-2014

[C]	[Si]	[Mn]	[P]	[S]	[Cr]	[Ni]	[Al]	[Nb]
≤0,09	0,17-0,4	0,5-1,0	≤ 0,01	≤ 0,002	0,5-1	≤0,3	0,01-0,04	0,02-0,045

Сталь 05ХГБ применяется: для производства электросварных прямошовных нефтегазопроводных труб повышенной коррозионной стойкости классов прочности К48-К52, эксплуатируемых как в обычных климатических условиях, так и регионах Сибири и Крайнего Севера и применяемых для сооружения нефтесборных сетей, транспортирующих коррозионноактивные газ, нефть и пластовую воду и нефтепродукты.

В условиях АО «Выксунский металлургический завод» полностью разработана сквозная технология производства проката и труб из стали 05ХГБ диаметром 159-530 мм и толщиной стенки 5 — 12 мм, гарантирующая стабильно высокий уровень качества и надежности.

Список литературы

1. Mathias, L.L.S., Sarzosa, D.F.B., Ruggieri, C., 2013. Effects of specimen geometry and loading mode on crack growth resistance curves of a high-strength pipeline girth weld. Int. J. Press. Vessel. Pip. 111e112, 106e119.
2. Статья «Современная высокотехнологичная сталь 05ХГБ, предназначенная для изготовления электросварных нефтегазопроводных труб повышенной эксплуатационной надежности» под редактированием Д.В. Кудашов, Г.В. Семерин, И.В. Пейганович и др.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС

Уткин А.Д., Цветков А.И., Кербенев Д.В., Савонькин М.Б.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В работе представлены конструкция железнодорожного колеса, а также его классификации. Был проведен анализ технологических процессов изготовления железнодорожных колес на АО «ВМЗ» и ОАО «ЕВРАЗ-НТМК». Различия и сходства процесса изготовления железнодорожных колес.

Ключевые слова: железнодорожные колеса, классификация железнодорожных колес, АО «ВМЗ», ОАО «ЕВРАЗ-НТМК», цельнокатанные колеса.

Железнодорожное колесо состоит из трех основных элементов: ступицы, диска и обода. В свою очередь ступица имеет центральное отверстие под ось, конфигурация диска может быть разной в зависимости от вида колеса, а обод имеет круг катания и гребень. Поверхность колеса со стороны гребня является внутренней, а другая — наружной стороной. Схема колеса показана на рис. 1.

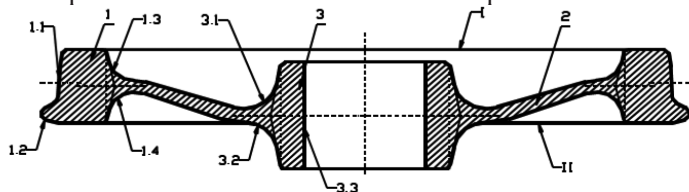


Рисунок 1. Элементы цельного железнодорожного колеса

I — наружная сторона колеса; II — внутренняя сторона колеса;
1 — обод колеса; 1.1 — круг катания; 1.2 — гребень; 1.3 — яблоко обода с наружной стороны колеса; 1.4 — яблоко обода с внутренней стороны колеса; 2 — диск колеса; 3 — ступица колеса; 3.1 — яблоко ступицы с наружной стороны колеса; 3.2 — яблоко ступицы с внутренней стороны колеса; 3.3 — отверстие ступицы

К конструктивным параметрам колес, используемых в различных странах, относятся величины смещения оси обода относительно оси ступицы и расположение самой ступицы относительно диска (симметричное либо асимметричное). Наибольшие различия связаны с формой диска колеса. Чаще всего используют колеса с прямым (вертикальным или наклонным) и волнообразным в радиальном направлении диском. Реже применяют колеса, имеющие диск с гофрами в тангенциальном направлении. Колеса с волнообразным диском различаются еще и характером кривой, очерчивающей его контуры.

По способу изготовления цельные колёса можно разделить на литые, штампованные и цельнокатанные [2].

На данный момент в России производят цельнокатанные ж/д колеса на двух предприятиях: АО «ВМЗ» и ОАО «ЕВРАЗ-НТМК».

Процесс производства цельнокатанных железнодорожных колес на АО «ВМЗ» представлен на рис. 2.

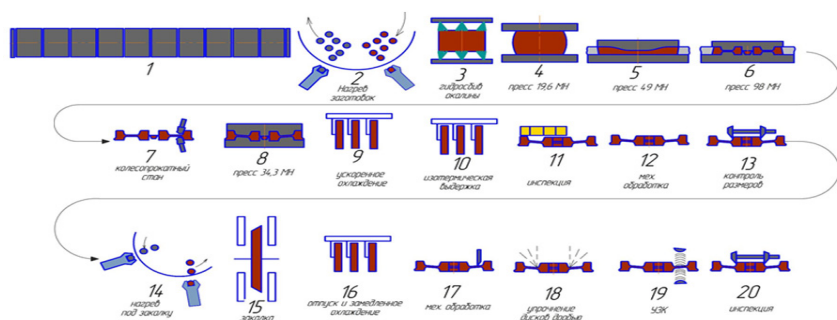


Рисунок 2. Технологическая схема производства железнодорожных колес на АО «ВМЗ»

1 — порезка НЛЗ на колесные; 2 — нагрев заготовок; 3 — гидробив окалины; 4 — гидравлический пресс 19,6 МН; 5 — гидравлический пресс 49 МН; 6 — гидравлический пресс 98 МН; 7 — колесопрокатный стан; 8 — гидравлический пресс 34,3 МН; 9 — ускоренное охлаждение; 10 — изотермическая выдержка; 11 — инспекция; 12 — механическая обработка; 13 — визуальный осмотр и контроль размеров; 14 — нагрев под закалку; 15 — закалка; 16 — отпуск и замедленное охлаждение; 17 — окончательная механическая обработка; 18 — дробеструйное упрочнение дисков; 19 — УЗК; 20 — инспекция готовой продукции

Осуществляется поставка НЛЗ, после чего осуществляется порезка на колёсные заготовки. Затем производится их нагрев в 2 кольцевых печах: в 1-й печи нагрев осуществляется до температуры 900-950°С, а во 2-й — до 1240°С. После заготовка поступает на прессопрокатную линию.

На прессопрокатной линии перед прессованием заготовка проходит всесторонний гидросбив окалины. После происходит формоизменение: осадка на прессе 19,6 МН, осадка в кольце плоскоконической плитой для разгонки на прессе 49 МН [1], формовка колесной заготовки на прессе 98 МН, раскатка на колесопрокатном стане горизонтального типа и прошивка центрального отверстия, калибровка, выгибка диска и клеймение на прессе 34,3 МН.

Затем колеса передаются на стенды черновых колес, где осматриваются и обмеряются по основным геометрическим параметрам. Колеса, имеющие исправимые дефекты, подаются к станкам ремонтной обточки для устранения этих дефектов. Осмотренные колеса направляются на предварительную механическую обработку к станкам, где производится:

- подрезка торца и обточка наружной поверхности ступицы с наружной стороны колеса;
- обточка наружной поверхности катания, гребня и боковых поверхностей обода с наружной и внутренней сторон колеса;
- выполняется технологический поясok на внутренней поверхности обода с наружной стороны колеса.

Термообработка: колесо подвергают нагреву в кольцевых печах до температуры 900-950 оС. После нагрева до требуемой температуры колеса подвергаются закалке на машинах вертикального типа, а затем — отпуску в конвейерных печах, которые переходят в камеры замедленного охлаждения.

После отпуска колеса укладываются гребнем вверх и поплавно складываются на промежуточном складе, откуда подаются к станкам, на которых осуществляется подрезка торца и обточка наружной поверхности ступицы с внутренней стороны, и расточка отверстия ступицы колеса [5].

На рисунке 3 представлен технологический процесс производства колес на ОАО «ЕВРАЗ-НТМК»

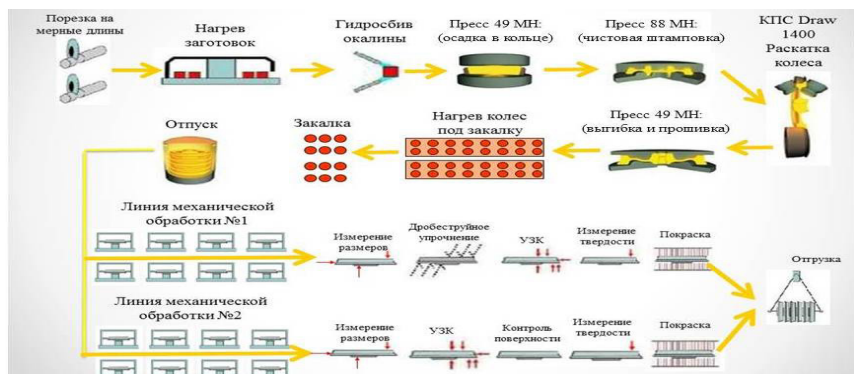


Рисунок 3. Технологический процесс производства колес в колесо-бандажном цехе ОАО «ЕВРАЗ-НТМК»

На ОАО «ЕВРАЗ-НТМК» так же как и на АО «ВМЗ» производят порезку НЛЗ на заготовки и их нагрев. Заготовка также проходит всесторонний гидросбив окалины. Различия начинаются с прессопрокатной линии. На ОАО «ЕВРАЗ-НТМК» в отличие АО «ВМЗ» Формоизменение заготовки осуществляется на 3 прессах: операция осадки отсутствует, она осуществляется сразу в кольце на прессе 49МН, формовка колесной заготовки на прессе 88МН, выгибка и прошивка на прессе 49МН [4]. Маркировка производится на отдельном прессе.

На ОАО «ЕВРАЗ-НТМК» в отличие от АО «ВМЗ» раскатка производится на колесопрокатном стане вертикального типа. На данном КПС получаются более точные геометрические размеры частей колеса, а также имеется операция обкатка обода по толщине. В результате полнопрофильной обработки колеса устраняет операцию черновой механической обработки, которая присутствует на АО «ВМЗ» [3].

Касаемо термообработки и окончательной механической обработки ОАО «ЕВРАЗ-НТМК» схоже с АО «ВМЗ».

Список литературы

1. «Машины, агрегаты и производство железнодорожных колес и кольцеобразных профильных изделий» Учебное пособие. В.П. Романенко, В.А. Тюрин, А.С. Фомин, — В: ВФ МИСиС, 2006. — 117 с.;

2. «Производство железнодорожных колес» Г.А. Бибик, А.М. Иоффе, А.В. Праздников, М.И. Староселецкий, М., «Металлургия», 1982. 232с.

3. «Производство цельнокатаных колёс и бандажей» Шифрин М.Ю., Соломович М.Я., М., «Металлургиздат», 1954;

4. Кушнарев А.В. Разработка и теоретическое исследование новых способов изготовления железнодорожных колес на ОАО «НТМК» / А.В. Кушнарев, науч. консультант, проф. А.А. Богатов; ГОУ ВПО Уральский гос. техн. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина; ОАО «Нижнетагильский металлург. комбинат». — Нижний Тагил, 2009. — 46с.;

5. «Оборудование комплексов для производства железнодорожных колес» (Технологические и прочностные расчеты): Учебное пособие, В.П. Романенко, Е.А. Харитонов, М.А. Волков — Выкса: Выксунский филиал НИТУ МИСиС, 2010 — 171с.

ВЛИЯНИЕ ТОРМОЗНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ТЕЧЕНИЕ РАСПЛАВЛЕННОЙ СТАЛИ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ

Федин Н.А., Сафонов В.М.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. При непрерывной разливке характер течения расплава в форме напрямую связан с качеством сляба. Особенно при высокоскоростном литье струя, выходящая из погружного входного сопла, быстро ударяется о узкую стенку формы и разделяется на два сильных обратных потока. Яростный восходящий обратный поток движется вверх по направлению разливки и имеет тенденцию образовывать неустойчивые колебания в области мениска. Такая неустойчивость и колебания могут вызвать захват порошка формы внутренним потоком и неравномерный рост первоначальной затвер-

девишей оболочки на стенке слябовой формы. Цель данной работы — рассмотрение технологии электромагнитного торможения в процессе непрерывного литья заготовки.

Ключевые слова: непрерывное литье, электромагнитное торможение, электромагнитное перемешивание, слябовая форма.

Технология электромагнитного торможения (ЭМТ), как одна из наиболее эффективных технологий в процессе непрерывного литья заготовок, предоставляет эффективный инструмент для уменьшения внутренних и внешних дефектов стальных изделий. В частности, технология ЭМТ использует преимущества генерации силы Лоренца для уменьшения нестабильности потока, захвата формовочного порошка и дефектов поверхности при правильном применении. При высокоскоростном литье струя, выходящая из погружного входного сопла, быстро ударяется об узкую стенку формы и разделяется на два сильных обратных потока (рисунок 1).

Для получения стабильного процесса непрерывной разливки необходимо оптимизировать параметры, связанные с течением расплавленной стали в кристаллизаторе [1]. Было предпринято много попыток контролировать поведение потока расплавленной стали посредством оптимизации параметров обработки, таких как геометрия сопла, угол наклона сопла, глубина погружного сопла и скорость непрерывной разливки [2-4].

Технология электромагнитного торможения, при правильном применении может контролировать неравномерное течение расплавленной стали внутри формы. Принцип технологии ЭМТ заключается в том, что статическое магнитное поле, возбуждаемое постоянным током, ограничивает поток расплавленной стали через определенные участки формы. В определенных областях электромагнитные силы, генерируемые взаимодействием между электромагнитным полем и расплавленной сталью, могут естественным образом регулироваться в соответствии с изменениями потока, что позволяет получить разумный контроль потока расплавленной стали внутри формы. Исследования влияния ЭМТ на колебательное поведение границы раздела сталь-шлак в кристаллизаторе также подтвердилось.

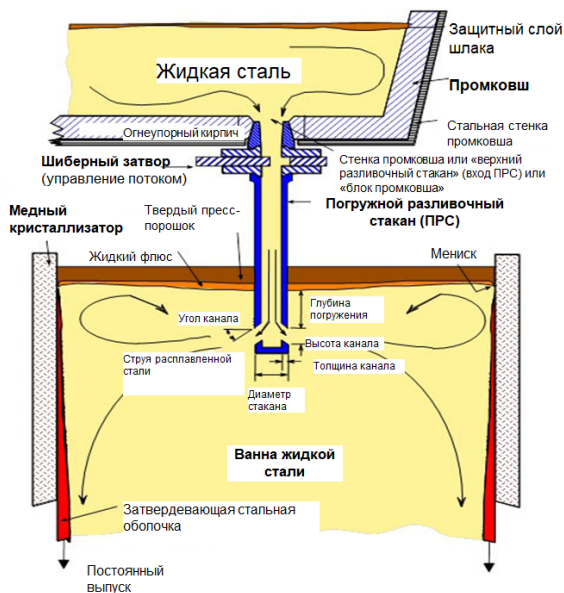


Рисунок 1. Влияние на качество сляба поведения расплавленной стали внутри кристаллизатора

Основываясь на принципе технологии ЭМТ и основной идее управления потоком расплавленной стали внутри формы, в настоящее время на промышленных предприятиях по разливке слябов обычно используются два типа технологии ЭМТ, а именно линейка ЭМТ [5,6] и двойная линейка ЭМТ [7,8]. Отличительной особенностью линейки ЭМТ является то, что пара горизонтальных магнитных полюсов, расположенных под портами погружного сопла, полностью закрывают широкую стенку формы, стремясь ограничить воздействие струи, выходящей из погружного сопла, на узкую стенку формы. Однако из-за ограничения горизонтального расположения магнитного полюса тормозной эффект, оказываемый линейкой ЭМТ, не может быть достаточным для сдерживания восходящих потоков и стабилизации поверхностных колебаний внутри формы. Следовательно, для усиления тормозящего эффекта в двойной линейке ЭМТ добавлена еще одна пара магнитных полюсов, расположенных горизонтально вблизи верхней поверхности формы на ос-

нове линейки ЭМТ. Таким же образом горизонтальные магнитные полюса двойной линейки ЭМТ выдвигаются до уровня всей широкой стенки формы. Однако из-за наличия дополнительной пары горизонтальных магнитных полюсов конфигурация двойной линейки ЭМТ сложна и огромна. Кроме того, при неправильном применении двойной линейки ЭМТ вблизи верха формы будет создаваться избыточное электромагнитное поле и, соответственно, поток расплавленной стали вблизи области мениска будет чрезмерно контролироваться. Это может легко привести к образованию низкотемпературного расплава и замерзанию пресс-порошка.

Из приведенного выше описания ясно, что тормозной эффект технологии ЭМТ при правильном применении благотворно влияет на процесс непрерывной разливки. В целом, тормозной эффект, оказываемый технологией ЭМТ, во многом зависит от параметров обработки и электромагнитных параметров [9]. При этом для достижения желаемого тормозного эффекта технологии ЭМТ электромагнитные параметры должны быть согласованы с изменением параметров обработки. Это связано с тем, что неправильный расчет параметров обработки и электромагнитных параметров приведет к тому, что возмущенный поток расплавленной стали не будет эффективно контролироваться и гомогенизироваться. Следовательно, необходимы более обширные исследования для оптимизации соответствующих параметров широко используемой технологии ЭМТ для течения расплавленной стали под электромагнитным воздействием.

Многофункциональное электромагнитное управление, сочетающее в себе электромагнитное перемешивание и электромагнитное торможение, изменяет структуру потока, что потенциально может одновременно удовлетворять требованиям потока стали в областях выше и ниже сопла, обеспечивая однородность и активность расплавленной стали в верхней области формы и уменьшения глубины проникновения включений.

Электромагнитное перемешивание может изменить профиль уровня и сформировать отклоняющую циркуляцию на границе раздела сталь/шлак. После электромагнитного перемешивания распределение скорости поверхности становится более равномерным. Скорость поверхности увеличивается с увеличением тока переме-

шивания. Формы колебаний границы раздела сталь/шлак при многофункциональном электромагнитном воздействии аналогичны таковым при применении только электромагнитного перемешивания, но металлургическое действие ЭМТ на стабилизацию границы раздела сталь/шлак сохраняется.

Приняв высоту волны и амплитуду волны в качестве критериев оценки, можно выбрать ключевые точки для прогнозирования влияния электромагнитного перемешивания и электромагнитного торможения на поведение границы раздела сталь/шлак, что потенциально может служить некоторой основой для онлайн-контроля в реальном времени и оптимизации стали/шлака. Поведение границы раздела шлака при электромагнитном воздействии.

Список литературы

1. Han, S.W.; Cho, H.J.; Jin, S.Y.; Sedén, M.; Lee, I.B.; Sohn, I. Effects of simultaneous static and traveling magnetic fields on the molten steel flow in a continuous casting mold. *Metall. Mater. Trans. B* 2018, 49, 2757–2769.
2. Cukierski, K.; Thomas, B.G. Flow control with local electromagnetic braking in continuous casting of steel slabs. *Metall. Mater. Trans. B* 2008, 39, 94–107.
3. Cho, S.; Thomas, B.G. Electromagnetic forces in continuous casting of steel slabs. *Metals* 2019, 9, 471.
4. Zhang, L.S.; Zhang, X.F.; Wang, B.; Liu, Q.; Hu, Z.G. Numerical analysis of the influences of operational parameters on the braking effect of EMBR in a CSP funnel-type mold. *Metall. Mater. Trans. B* 2014, 45, 295–306.
5. Qian, Z.D.; Wu, Y.L. Large eddy simulation of turbulent flow with the effects of DC magnetic field and vortex brake application in continuous casting. *ISIJ Int.* 2004, 44, 100–107.
6. Harada, H.; Takeuchi, E.; Zeze, M.; Tanaka, H. MHD analysis in hydromagnetic casting process of clad steel slabs. *Appl. Math. Modell.* 1998, 22, 873–882.
7. Wang, Q.; Zhang, L. Influence of FC-Mold on the full solidification of continuous casting slab. *JOM* 2016, 68, 2170–2179.
8. Sarkar, S.; Singh, V.; Ajmani, S.K.; Singh, R.K.; Chacko, E.Z. Effect of argon injection in meniscus flow and turbulence intensity distribution in

continuous slab casting mold under the influence of double ruler magnetic field. ISIJ Int. 2018, 58, 68–77.

9. Li, Z.; Zhang, L.; Bao, Y.; Ma, D. Numerical simulation on the brake effect of FAC-EMBr and EMBrRuler in the continuous casting mold. Processes 2020, 8, 1620.

СОЗДАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТРУБОПРОКАТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Числов Д.А., Фролов В.В.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В рамках данной статьи представлены результаты компьютерного моделирования и физической реализации процессов осадки цилиндрического образца методом бочкообразования, а также раскатки гильзы на оправке в двухвалковом стане при использовании технологических смазок и прокатки без их использования с целью определения коэффициента трения заготовки с рабочим инструментом. Кроме того, в работе была спроектирована экспериментальная установка для исследования трения на основе стана ДУО-210. Также проведены эксперименты по раскатке гильз с использованием различных смазок, а также прокатка без использования смазки.

Ключевые слова: смазочные материалы, технологическая смазка, прокатка, физическое моделирование, коэффициент трения, установка для исследования трения (УИТ).

Для обеспечения максимальной экономической выгоды в производстве трубной продукции важно учесть не только широкий спектр параметров, связанных с самим продуктом, но и особенности работы прокатного оборудования, в том числе и параметры смазки, начи-

ная от вязкости и термостабильности, заканчивая свойствами адгезии и стойкостью к высоким нагрузкам, так как эти факторы играют решающую роль в обеспечении не только качества, но и долговечности оборудования [1, 2]. Для выполнения этой цели и накопления данных по различным видам смазок необходимо разработать систему их испытания и оценки. Ключевым параметром технологической смазки при раскатке гильз в трубы является снижение трения между инструментом и заготовкой, а, следовательно, и осевого усилия на удержание длинной раскатной оправки во время ее контролируемого перемещения на непрерывном стане. Это приводит к необходимости определения способа оценки силы трения.

С целью реализации данной идеи для сравнения влияния раствора на трение были выбраны смазка Полипайп 20, отечественного производства компании Политег-Мет и смазка, используемая на производстве Выксунского Металлургического Завода (ВМЗ). Для прогнозирования оптимального состава смазки при процессе горячей прокатки труб на непрерывном стане в зависимости от энергосиловых параметров первоначально было решено провести ряд экспериментов с целью определения силы трения в зависимости от смазки методом бочкообразования. Суть метода заключается в том, что между плоскими параллельными бойками осаживают обычные сплошные цилиндрические образцы [3]. В результате подпирающего действия контактных сил трения образцы при деформации приобретают бочкообразную форму. Чем выше коэффициент трения, тем больше выпуклость боковых граней образца после осадки. Показателем бочкообразности может служить отношение минимального и максимального диаметров образца.

На первом этапе было произведено компьютерное моделирование осадки образцов. Осадка проводилась с величиной относительного обжатия 40 % при начальной температуре образцов 1000 и 1100°C. Следует отметить, что при факторе трения 0,3 при температуре 1100°C расчетный коэффициент трения также достигает значения 0,3, что является схожим результатом, полученным далее при реальной осадке образцов. С увеличением фактора трения все графики достигают значения расчетного коэффициента трения равного примерно 0,3.

В результате проведения физического эксперимента с аналогичными параметрами было установлено, что коэффициент трения меняется в крайне малом диапазоне ($f=0,293-0,297$ со смазкой ВМЗ, $f=0,294-0,297$ со смазкой Полипайп и $f=0,293-0,297$ без смазки) независимо от состава смазки и ее наличия. Однако эти данные несколько расходились с производственной практикой, в связи с чем было принято решение о разработке экспериментальной установки для исследования трения при прокатке трубы на оправке на основе существующего стана ДУО-210.

Для реализации данной идеи в первую очередь было произведено компьютерное моделирование процесса раскатки трубы на цилиндрической оправке в среде QForm с целью анализа температурных и силовых параметров процесса экспериментальной раскатки. Для более полного анализа было выбрано три варианта скорости перемещения оправки. Также варьировался показатель фактора трения между оправкой и гильзой, что характеризует отсутствие или наличие смазки на поверхности контакта.

Моделирование производилось на валке с 3 ручьями, таким образом, три калибра обеспечивают три варианта обжатия гильзы по диаметру и толщине стенки.

На основании полученных результатов проводился анализ влияния скорости перемещения оправки, фактора трения между гильзой и оправкой и величины обжатия на силовые параметры процесса раскатки.

После моделирования процесса раскатки трубы на цилиндрической оправке были получены данные радиального усилия на валок и осевого усилия на оправку в трех разных калибрах. Измерение усилия моделировалось для 2 случаев: без смазки на оправке и когда на оправку была нанесена смазка. На полученных данных для всех случаев и калибров можно выделить три участка: участок резкого увеличения усилия в момент захвата трубы, участок установившегося процесса, когда усилие либо практически не изменяется, либо постепенно увеличивается и участок резкого снижения усилия в момент высвобождения трубы из очага деформации.

Постепенное увеличение усилия металла на валок на установившейся стадии прокатки может быть объяснено двумя причинами.

Во-первых, происходит охлаждение трубы в процессе прокатки, что приводит к увеличению сопротивления деформации материала трубы. Во-вторых, в процессе обжатия возрастает общая площадь контакта между оправкой и трубой, что также влияет на силовые параметры процесса. Также можно отметить, что при прокатке со смазкой максимальное усилие на оправку возрастает пропорционально увеличению обжатия в калибре на 12 % и 36,4 %, в то время как при прокатке с без самзки эти значения возрастают до 17,2 % и 37,5 % для второго и третьего калибров, соответственно.

Вместе с тем было исследовано влияние скорости перемещения оправки на усилие при прокатке для трех схем прокатки: прокатка с опережением, прокатка с согласованием скоростей и прокатка с запозданием. Моделирование прокатки было произведено для 2 калибра. Максимальное усилие на валок достигается, при прокатке с запозданием. Стоит отметить, что при прокатке с запозданием усилие на валок изменяется не монотонно, а с определенными перепадами. С увеличением скорости оправки усилие на валок уменьшается. Что касается усилия на оправку, то наибольшее усилие на оправку достигается при прокатке с опережением. Усилие на оправку при прокатке с запозданием так же, как и на валок меняется с перепадами. При достижении согласования скоростей усилие на оправку минимально.

Также было рассмотрено температурное поле трубы в процессе прокатки. При начальной температуре заготовки в 1180°C внутренняя поверхность трубы в процессе раскатки интенсивно охлаждается до 650-700°C за счет контакта с оправкой. По толщине стенки гильзы температура составляет от 800°C на переднем конце до 1100 °C на заднем конце. Также можно отметить, что в зонах выпусков калибрах, где наблюдаются внеконтактные зоны, температура трубы выше, чем в местах плотного прилегания металла трубы к оправке. При этом средняя температура составляет 930°C. Таким образом, в процессе прокатки происходит охлаждение в основном поверхностного слоя металла в следствии большой площади контакта между трубой и оправкой.

По результатам компьютерного моделирования было принято решение о проектировании экспериментальной установки. На на-

чальном этапе проектирования параллельно с проработкой эскизных вариантов установки и независимо от основного моделирования процесса прокатки в программе QForm велись уточняющие расчёты для определения пределов возможных нагрузок при возникновении промедлений при загрузке гильзы или нештатных ситуации работы установки в среде DEFORM 3D. После проработки нескольких эскизных вариантов был достигнут финальный вид установки с использованием численных расчётов методом конечных элементов процесса раскатки гильзы и элементов конструкции установки.

Установка исследования трения (УИТ) присоединяется с входной стороны к клетки существующего стана ДУО-210 и состоит из рамы, гидроцилиндра с номинальным давлением 25 МПа, тензодатчика ТЕНЗО-М С2 на 20 тонн, муфты соединяющий шток гидроцилиндра с тензодатчиком, и быстростъёмного захвата для удержания оправки. Гидроцилиндр управляется посредством гидростанции с дросселем с компенсацией по давлению, что позволяет ограничивать и поддерживать скорость движения штока гидроцилиндра не зависимо от усилия, возникающего на оправке. Данные с тензодатчиков обрабатываются 3 модулями аналогового ввода сигналов тензодатчиков (с интерфейсом RS-485) MB110. Опрос всех модулей осуществляется посредством ПК с установленной лицензионной версией программного обеспечения АСУ ТП MasteSCADA 4D посредством преобразователя интерфейсов ОВЕН АС4.

После монтажа и проведения тестовых испытаний установки были произведены физические эксперименты. Гильза размером 45x5 мм длиной 200 мм поштучно помещалась в камерную электропечь и нагревалась до температуры 1160°C. В качестве заготовок для проведения процесса пластической деформации были выбраны бесшовные трубы Ст20. В процессе исследования были прокатаны трубы с различными условиями трения с оправкой (со смазкой Полипайп 20, смесью, предоставленной ВМЗ, без смазки). Оправка также разогревалась до температуры 100°C, после чего на ее поверхность наносилась водно-графитная смесь. Гильза заряжалась оправкой вне оси прокатки. Далее гильза задавалась на прокатку в выбранный калибр, в момент захвата гильзы валками включался

гидропривод и осуществлялся процесс контролируемого перемещения оправки во время прокатки. По завершению процесса раскатки гильз, оправка вместе с раскатанной заготовкой извлекаются из установки для дальнейшего исследования. В результате анализа полученных данных был выявлен фактический коэффициент трения, показанный в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициент трения

	Тип смазки		
	Без смазки	ВМЗ	Полипайп 20
Коэффициент трения	0,340	0,110	0,115

Исходя из полученных данных можно подтвердить актуальность разработанной установки для исследования трения, реальный коэффициент трения при использовании смазки значительно отличается от результатов, полученных косвенными методами определения трения.

Список литературы

1. Грудев А.П. Трение и смазки при обработке металлов давлением. — М., 1982 — 311 с.
2. Олейви А. К., Широков В. В., Выдрин А. В. Определение диапазона изменения параметров напряжённо-деформированного состояния металла при непрерывной прокатке труб //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. — 2019. — Т. 19. — №. 1. — с. 74-79.
3. Чичинадзе А. В. и др. Основы трибологии (трение, износ, смазка) //М.: Машиностроение. — 2001. — 664 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМЫ ТРУБЫ ПОСЛЕ СБОРКИ И СВАРКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПО ГЕОМЕТРИИ

Кекнин Д. А., Чуднова А. С.

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Выкса*

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования изменения формы на этапах изготовления. Проведено экспериментальное исследование в процессе сборки и сварки технологического шва, сварки внутреннего и наружного швов, в также экспандирования. По результатам исследования определена оптимальная овальность после сборки и до экспандирования. Предложены рекомендации по настройке сборочно-сварочного стана.

Ключевые слова: трубы большого диаметра, сварка, экспандирование, сварочные деформации, овальность, отклонение от теоретической окружности, кривизна

Стальные трубы широко применяются во всех отраслях промышленности для добычи, транспортировки и переработки полезных ископаемых, нефти и газа. Для сооружения магистральных трубопроводов применяют трубы большого диаметра. Общая потребность в таких трубах складывается из спроса труб на ремонт и реконструкцию действующих магистральных трубопроводов и на строительство новых.

Все более суровые условия эксплуатации и необходимость сокращения затрат на последующих этапах обработки продукции обуславливают повышение требований к характеристикам труб большого диаметра. Наиболее важными характеристиками труб большого диаметра являются: прочность; ударная вязкость; свариваемость в условиях стройплощадки; стойкость к высокосернистым веществам; геометрическая форма и соблюдение допусков.

На указанные показатели прежде всего влияют механические свойства продукции. Причем не только определенное значение, но откло-

нение показателей по сечению исходной заготовки и готовой трубы. Неравномерность свойств имеет значительное влияние на отклонение по формы трубной заготовки и готовой трубы. Причем влияние прослеживает от процесса формовки до экспандирования [1-4].

Основной причиной превышения овальности и кривизны трубы после формовки являются способ сборки и сварочные деформации, возникающие в процессе сварки внутреннего и наружных швов. Причем овальность труб увеличивается в вертикальном направлении и значительно влияет на изменение в прикромочной области [5, 6].

Овальность концов труб после калибрования, исключая участок сварного шва должна быть не более 1% от номинального диаметра для труб с толщиной стенки до 20 мм и не более 0,8% для труб с толщиной стенки свыше 20 мм. На овальность труб до калибровки влияют прежде всего режимы шаговой формовки, способ сборки и сварочные деформации.

Калибровка осуществляется на гидромеханическом экспандере, т.е. калибровка труб осуществляется механическим воздействием. Превышенное отклонение приводит к невозможности калибровки, так как труба может не войти в трубу либо испытывать неравномерную нагрузку на сегменты, приводящая к выходу из строя оборудования.

Чтобы определить оптимальную овальность, были измерены геометрические параметры трубы: вертикальные и горизонтальные диаметры, а также отклонения от теоретической окружности и кривизны. Всего было проведено 18 измерений по трубам диаметром 1420 и толщиной стенки 21.6; 18.7; 15.7 мм. Основное измерение геометрии труб проводили после сборки и сварки технологического шва, сварки наружного шва на площадке осмотра гидромеханического экспандера и после экспандирования на линии очистки трубы.

После сварки стыков труб был произведён замер радиуса прикромочной зоны. На трубную заготовку наложили шаблон с номинальным радиусом трубы, затем при помощи щупа определили зазор между ними. Максимальное значение овала составило 44 мм, минимальное — 22 мм. Минимальное значение овала после экспандирования имеет труба с вертикальным овалом 0,4-1%.

На основе проведенного исследования было выявлено, что наиболее благоприятную форму имеет труба с овальностью 1,5% (до экс-

пандирования). Исходя из этого, предлагается скорректировать настройки сборочно-сварочного станка, чтобы обеспечить овальность труб до расширения в пределах 1,5–2%.

Авторы выражают благодарность научному руководителю Товмасын М.А.

Список литературы

1. Товмасын М.А., Самусев С.В. Анализ влияния неравномерного распределения механических свойств листового проката на форму трубной заготовки после формовки при производстве труб большого диаметра // *Металлы*. 2020. №3. С. 95–102.
2. Li T. Study on the influence of thickness on the pre-bending process of the jcoe forming plate edge of nickel-based alloy N08810 / Li T., Ma Ch., Xue Ch., Gui H., Shuai M., Chu Zh // *Metals*. 2024. T. 14. № 9. С. 1032.
3. Tovmasyan, M.A., Samsuev, S.V., Sidorova, T.Y. *et al.* Study of Changes in the Shape of a Pipe Blank Taking into Account the Peculiarities of Contact Interaction with a Deforming Tool during JCOE Molding in the TESA 1420 Line. *Steel Transl.* **53**, 938–944 (2023). <https://doi.org/10.3103/S0967091223110323>
4. Effect of Pipe Forming on the Mechanical Properties of Large Diameter Pipes / R. R. Adigamov, V. A. Andreev, S. O. Rogachev [et al.] // *Russian Metallurgy (Metally)*. — 2023. — Vol. 2023, No. 4. — P. 498-507. — DOI 10.1134/s003602952304002x. — EDN JZJCFK.
5. Товмасын, М. А. Комплексное исследование процесса формовки прикромочной области плоского проката при производстве труб для магистральных трубопроводов с помощью современных методов расчета и измерений / М. А. Товмасын, С. В. Самусев, А. Н. Фортунатов // *Металлы*. — 2022. — № 4. — С. 89–96.
6. Товмасын, М. А. Анализ изменения формы труб большого диаметра в процессе сборки и сварки / М. А. Товмасын, С. В. Самусев // *Черные металлы*. — 2022. — № 3. — С. 33-38. — DOI 10.17580/chm.2022.03.06

ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОДЫ И ПРИЧИН ОБРАЗОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ, ВЫЯВЛЕННЫХ В ЦЕЛЬНОКАТАНЫХ КОЛЕСАХ ПРИ ПРОВЕДЕ- НИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ В ПОТОКЕ ПРОИЗВОДСТВА ДЖДК

Щукина Е.К., Рыбальченко И.В., Кокорева Н.И.

*ГБПОУ «Выксунский металлургический колледж им А.А.
Козерадского», город Выкса.*

Аннотация. *С усложнением условий эксплуатации современной техники актуальной проблемой становится определение причин разрушения деталей и появления дефектов, особенно в объектах железнодорожного транспорта. Применение новых материалов и технологий при создании железнодорожной техники влечет за собой необходимость изучения причин ее разрушения.*

Ключевые слова: *цельнокатанные колеса, неразрушающий контроль, ультразвуковой контроль*

Основной причиной изломов колес в процессе их эксплуатации являются внутренние или выходящие на поверхность дефекты. Неразрушающий контроль колес при их изготовлении и эксплуатации — наиболее эффективный, а в ряде случаев — единственно возможный способ предотвращения чрезвычайных ситуаций из-за изломов колес по дефектам в них.

Наиболее рациональным методом неразрушающего контроля колес является ультразвуковой. В работе рассмотрены наиболее часто встречающиеся дефекты строения металла колес, выявленные ультразвуковым методом контроля металла колес в потоке производства, и описаны причины их возникновения.

Ключевые слова: НЛЗ, сигнал УЗК, неметаллические включения, эндогенные, экзогенные, послойная кристаллизация, макроструктура, осевые трещины, центральная (осевая) пористость (ЦП)

Железнодорожное колесо в процессе изготовления неоднократно подвергается различным видам контроля. Наиболее рациональным методом неразрушающего контроля колес является ультразвуковой.

Это последняя стадия проверки перед приёмкой готовой продукции. Ультразвуковой контроль (УЗК) представляет собой метод, основанный на анализе качественных и количественных характеристик явлений, имеющих место при распространении или/и отражении упругих волн в материале контролируемого изделия. Не допускаются дефекты, амплитуда эхо-сигналов от которых равна или превышает амплитуду эхо-сигнала от эталонного плоскодонного отражателя, расположенного в том же месте относительно ультразвукового преобразователя, что и дефект (рисунок 1а).

Когда сигнал установки превышает пороговое значение, забракованное колесо с характерным сигналом по внутреннему дефекту отправляется на металлографическое исследование для определения природы и причин образования дефекта, зафиксированного УЗК.

С 2014 года лабораторией металловедения и термообработки металлов (далее МиТОМ) ЦЗЛ проводится мониторинг результатов всех проведенных исследований, и делаются выводы по причинам образования дефектов. Подготовленные аналитические записки отправляются технологам ДЖДК.

Анализируя данные за последние три года, были определены основные виды дефектов, выявляемых УЗК в колесах, изготовленных для российского рынка, как из слитка изложницы, так и из непрерывнолитой заготовки (по ГОСТ 10791-2011 и ТУ 0943-265-01124323-2011 для высокоскоростных вагонов).

Дефекты, обнаруженные в колесах, изготовленных из слитка изложницы можно разделить на две группы: крупные единичные экзогенные включения или группа включений (рисунок 1б).

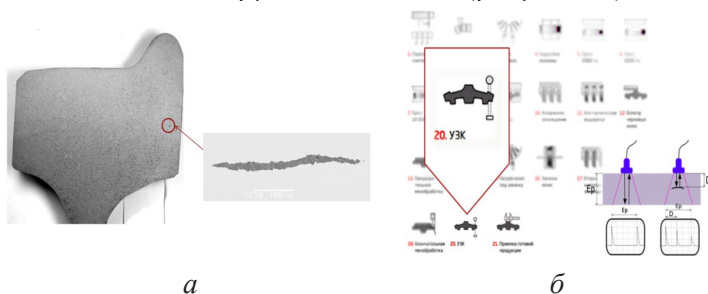


Рисунок 1 Схема проведения УЗК (а) и крупные единичные неметаллические макровключения в ободе колеса экзогенного происхождения

В основном, включения являются, предположительно, частицами огнеупорного материала, применяемого при монтаже сифонной проводки, в других — теплоизолирующая смесь (ТИС) или шлака. Как показали исследование, размеры единичных крупных макровключений (иногда наблюдается группа из нескольких включений) экзогенного происхождения колеблются от 0,8 до 4,3 мм.

Образование данного дефекта в колесе зависит от многих факторов, связанных с производством стали: формы и размера изложницы, утепления слитка, способа разливки, качества используемых материалов, скопления неметаллических включений экзогенного и эндогенного типа, обусловленные ликвационными явлениями в металле.

Скопление неметаллических включений экзогенного и эндогенного типа, обусловленные ликвационными явлениями в металле располагаются, как правило, в рыхлой центральной части обода. Это внеосевая ликвация. Очень часто она сопровождается многослойными кристаллизационными слоями. Подобные дефекты являются следствием нарушений технологии разливки металла (температурно-временных параметров либо резкого изменения скорости при наполнении изложницы).

1. Методика исследования образцов продукции колесопрокатного цеха (КПЦ).

Металлографическое исследование колесной продукции назначается в том случае, когда происходит повышенная отбраковка продукции или ранняя поломка изделия. Целью такого исследования является определение причины отбраковки, преждевременного выхода из строя изделия, выявление причины образования дефектов на поверхности изделия, а также для определения низких механических свойств колес.

Для осуществления данных целей назначают ряд металлографических исследований:

- исследование на чистоту металла. Исследование проводят с целью определения загрязнённости металла неметаллическими включениями, при этом используя стандарты российского, европейского и американского качества, в зависимости от метода, используемого для проведения исследования;

- исследование микроструктуры. Благодаря этому исследованию, можно определить величину зерна и полосчатость деформированного металла.

В процесс проведения исследований над продукцией КПЦ, производится анализ не только отдельной части, а всего колеса, в состав которого входит обод, ступица и диск.

2. Крупные единичные неметаллические макровключения в ободе колеса экзогенного происхождения.

Определив сам дефект и поняв природу его образования в металле колеса после металлографического исследования, можно разработать мероприятия по устранению, либо минимизации образования данных дефектов в колесах.

К примеру, в определенной плавке колес обнаружилась повышенная отбраковка УЗК, исследование показало, что это экзогенное включение. Определён качественный химический анализ с помощью микроприставки к электронному микроскопу. Одним из присутствующих элементов оказался Zr. Имея эталоны химического состава всех участвующих в выплавке предметов, было определено, что экзогенным включением является частица шиберной плиты с циркониевой вставкой. Если этот состав включений повторяется в отбракованных колесах от плавки к плавке, то данная информация служит своеобразным сигналом, свидетельствующим о размывании шиберной плиты с циркониевой вставкой и, возможно, скорой замене огнеупора. Задержаться и не всплыть в прибыльную часть при затвердевании металла в изложнице подобные включения могли в металле из последних порций, имевшего несколько пониженную температуру (рисунок 2)

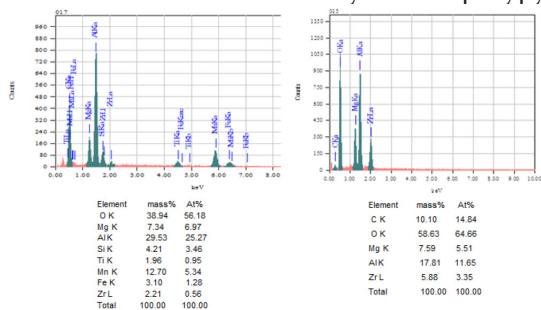


Рисунок 2. Сравнение включения и циркониевой вставки шиберной плиты

Таким образом, для минимизации отбраковки колес по крупным экзогенным включениям необходим детальный анализ проведения технологии каждой отдельной плавки. Технологи инженерно-технического центра (далее ИТЦ) сейчас ведут работы для снижения образования макровключений в металле.

3. Послойная кристаллизация.

Послойная кристаллизация металла слитка — чередующиеся концентрические слои металла в виде узких светлых и темных полос, расположены ближе к поверхности. Появляется из-за колебаний скорости кристаллизации. На макрошлифах из слитка дефект проявляется в форме светлого контура и светлого кольца. Затем после формирования заготовки на прессопрокатной линии, светлый контур повторяет конфигурацию обода.

Правильно сформированный слиток изложницы после затвердевания состоит из трех кристаллизационных зон: корковой; столбчатых кристаллов и крупных различно-ориентированных кристаллов.

Неметаллические включения в ней постепенно концентрируются в осевой зоне и поднимаются в верхнюю, прибыльную часть слитка, под усадочную раковину. Эта часть слитка затем удаляется.

Если сравнить кристаллизацию двух слитков: с послойной кристаллизацией и без нее, то в жидком металле неметаллические включения распределены в объеме слитка. Соприкасаясь с холодными (по сравнению с температурой жидкого металла) стенками начинается интенсивный рост дендритных кристаллов перпендикулярно стенкам к центру слитка: мелких дендритов корковой зоны; протяженных дендритов столбчатых кристаллов, которые в процессе роста вытесняют неметаллические включения в жидкую центральную часть слитка (рисунок 3).

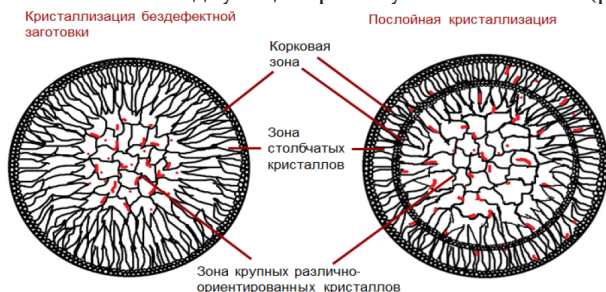


Рисунок 3. Кристаллическое строение слитка

На левой схеме видно, что при формировании всех трех зон кристаллизации неметаллические включения сконцентрировались в центральной части, а на правой схеме формирование зоны столбчатых кристаллов было нарушено, образовалась еще одна корковая зона, полноценной зоны столбчатых кристаллов не сформировалось. Часть включений, не успевших вытесниться к центру слитка, застряло между кристаллизационными слоями, остальные запутались в зоне крупных различно-ориентированных кристаллов, образовав широко развитую осевую зону, которая насыщена ликвационными явлениями в виде скопления неметаллических включений экзогенного и эндогенного происхождения.

Проанализировав вопрос о причинах образования послышной кристаллизации, совместно с технологами СПЦ было определено, что данная особенность кристаллизации слитка образуется на АО «ВМЗ» вследствие неравномерной подачи металла в тело изложницы.

4. Примеры внутренних дефектов, зафиксированных в колесах из непрерывнолитой заготовки поставки (НЛЗ) АО «Уральская Сталь».

Сейчас на АО «ВМЗ» цельнокатанные железнодорожные колеса изготавливаются из непрерывнолитой заготовки поставки АО «Уральская Сталь». Изучение природы образования дефектов макроструктуры металла необходимо для того, чтобы грамотно и квалифицировано давать идентификацию обнаруженных дефектов.

Ниже приведены примеры наиболее распространенных дефектов, которые встречаются в металле колес из непрерывнолитой заготовки.

5. Дефекты, в ступицах колес образующиеся из осевых трещин и грубой центральной пористости непрерывнолитой заготовки.

Осевые трещины на непрерывнолитой заготовке. Паукообразные, направленные от центра заготовки короткие линии или ломаные, надорванные линии, исходящие радиально из центра заготовки. Выявляются на серных отпечатках (по Бауману) или после горячего травления.

Центральная (осевая) пористость (ЦП). Скопление крупных и мелких пор вдоль теплового центра кристаллизации слитка в зоне встречи фронтов затвердевания, может быть рассредоточенной, представляющей собой усадочные поры небольшого сечения, разбросанные по осевой зоне, и сосредоточенной — более крупные усадочные поры,

сконцентрированные по тепловому центру заготовки, которые могут образовывать в осевой зоне несплошности в виде цепочки усадочных полостей, выявляемых на продольных темплетах.

Список литературы

1. ГОСТ 10791 — 2011. Колёса цельнокатаные, технические условия. Москва Стандартиформ 2011.
2. ГОСТ 10243 — 75. Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры. Утвержден и введен в действие постановлением государственного комитета стандартов совета министров СССР от 19 августа 1975 г. N 2176. Переиздание (февраль 1985 г.) С изменением n 1, утвержденным в августе 1982 г. (ИУС n 11-1982 г.)
3. АО «Уральская Сталь»: <https://mc.ru/company/partners/postav/nosta> (дата 20.07.2021).
4. Металлографические исследования лаборатории МиТОМ АО «ВМЗ»
5. Классификатор дефектов непрерывнолитой заготовки поставки ОАО «Уральская Сталь» и изготовленных из нее на АО «ВМЗ» цельнокатаных колес.

Научное издание

ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ — РОДНОМУ РЕГИОНУ

Выпускающий редактор Г. А. Письменная
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов

Подписано в печать 18.03.2025. Формат 60х84/16. Усл. печ. л. 16,97.
Тираж 100 экз. Заказ 2149.

Издательство «Бук». 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.
Отпечатано в издательстве «Бук»