



ЦИФРОВЫЕ
КОРПОРАТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

Практики создания цифровых двойников на металлургическом производстве

ООО «Цифровые Корпоративные Технологии»

Мохов Илья



Цифровые двойники


Мотивация:

- Традиционные подходы, широко применяемые в инжиниринге и аналитике данных, все в меньшей мере удовлетворяют современным рыночным требованиям к разработке новых продуктов

Цель:

- Объединение глубоких междисциплинарных знаний и инженерных компетенций с передовыми решениями в области промышленного ИИ для разработки передовых цифровых решений





Цифровой Двойник

Моделирование мультифизических процессов любой сложности для получения детальной информации о внутреннем состоянии системы / Виртуальная тестовая лаборатория

Виртуальные датчики / Контроль параметров состояния в зонах недоступных для прямых измерений / Контроль параметров, прямое измерение которых связано с существенными затратами

Суррогатные модели и модели с пониженной размерностью для систем управления / предиктивной и прескриптивной диагностики

Синтетические данные для разработки и тестирования систем предиктивной и прескриптивной диагностики

Открытость

Расширяемость пользовательскими моделями

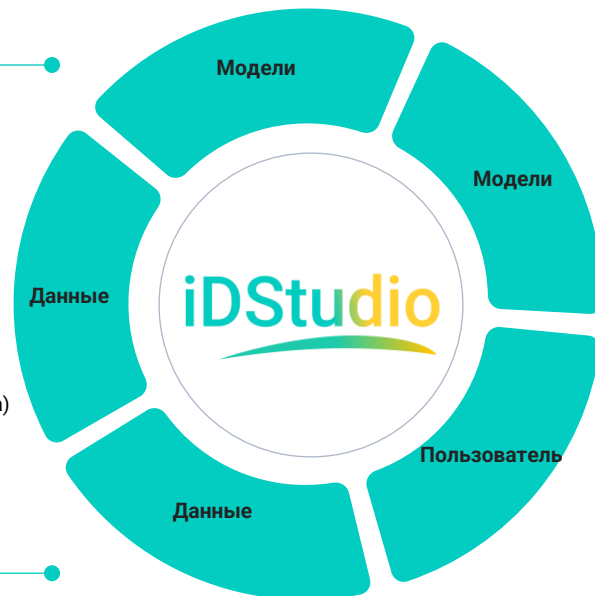
Полный цикл

Промышленные данные:

- Входные адаптеры
- Предобработка (пропуски, валидация, улучшение качества)
- Модели
- Выходные адаптеры

λ-архитектура

Потоковая / пакетная обработка



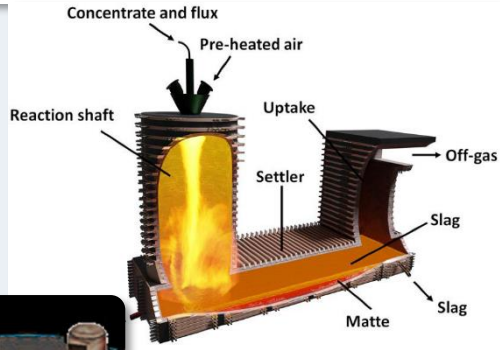
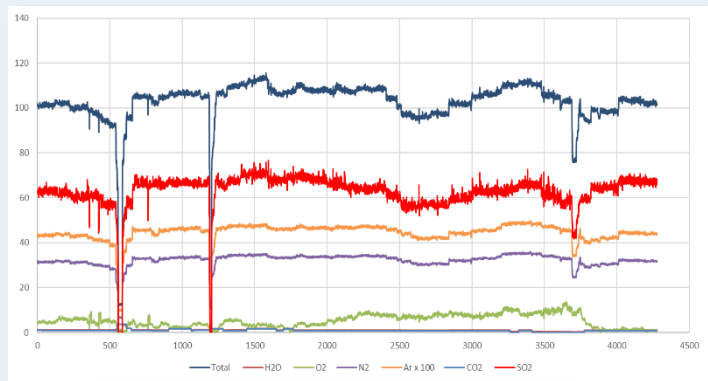
Универсальность

- Модели MO
- Модели на основе уравнений физики или химии
- Эвристические уравнения

Разделение контекста

- Среда разработки
- Среда исполнения моделей (изоляция исполняемых моделей)

Цифровой двойник печи для взвешенной плавки



Задачи:

- **Непрерывная оценка отходящих газов и основных параметров** плавильного цеха с использованием данных из лабораторной системы управления информацией (LIMS) и заводской системы управления информацией (PIMS)

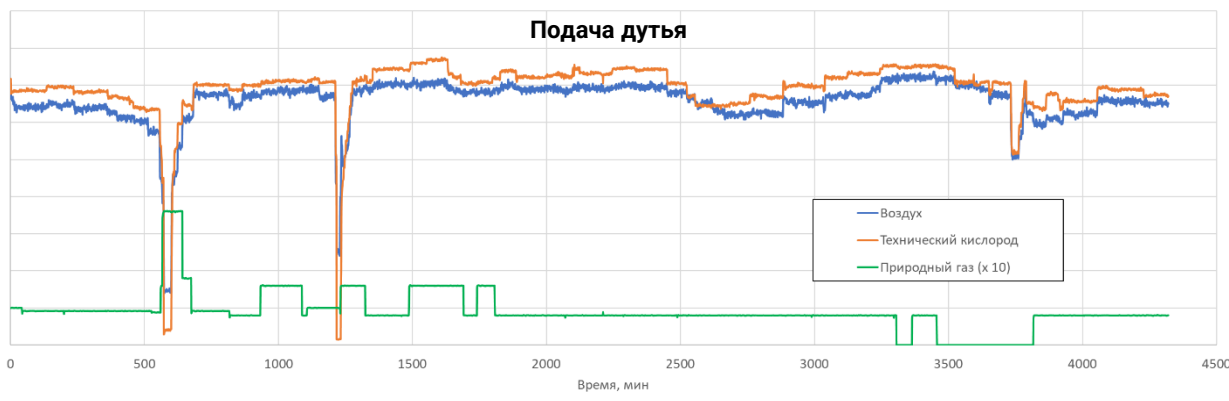
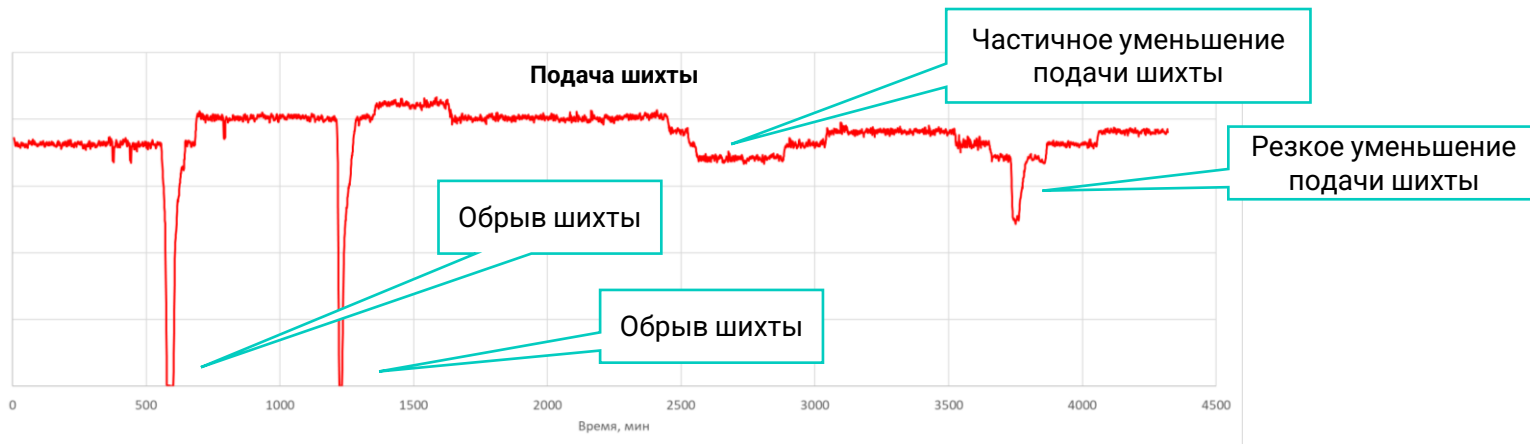
Решение:

- Материальный и тепловой баланс
- Составы штейна/шлака и оценка температуры поглощения
- Реактор Гиббса для второстепенных газообразных компонентов

Выгоды:

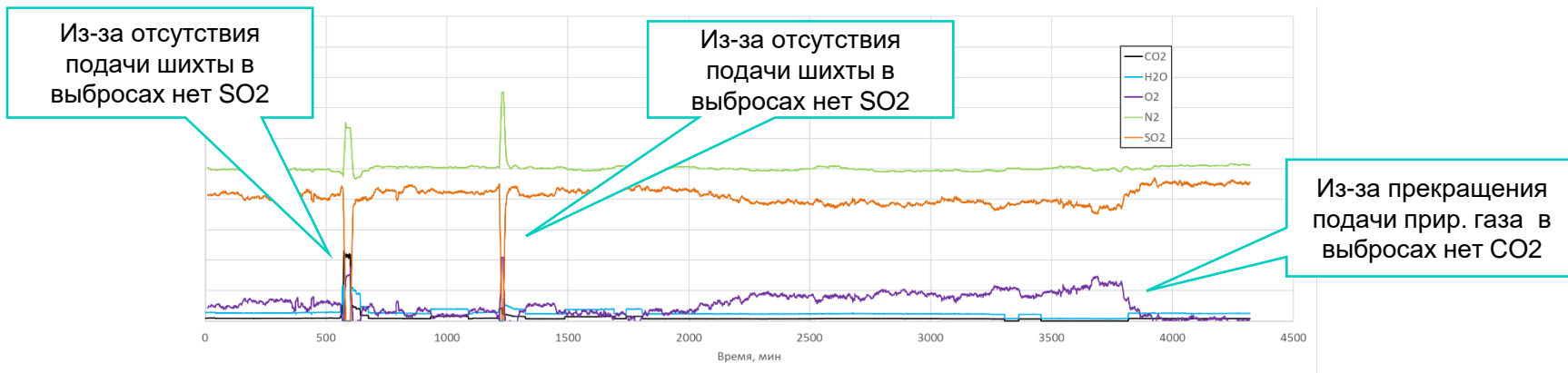
- Оптимизация параметров производства и **увеличение экономической эффективности предприятия**
- Количественная оценка состава отходящих газов
- Быстрая оценка массы продукта
- Прогнозирование реакции плавильного завода на изменения технологического режима

Цифровой двойник печи для взвешенной плавки

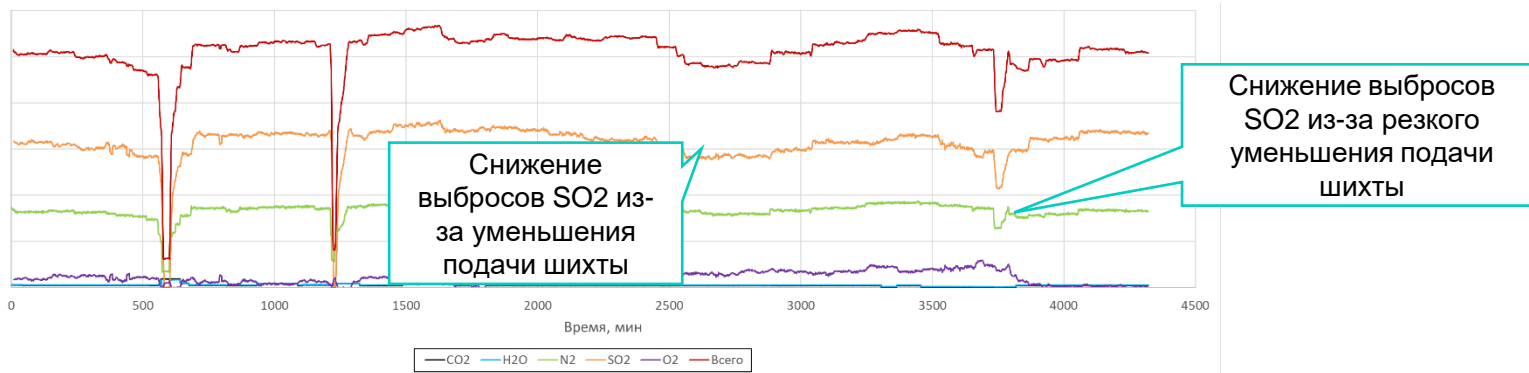


Цифровой двойник печи для взвешенной плавки

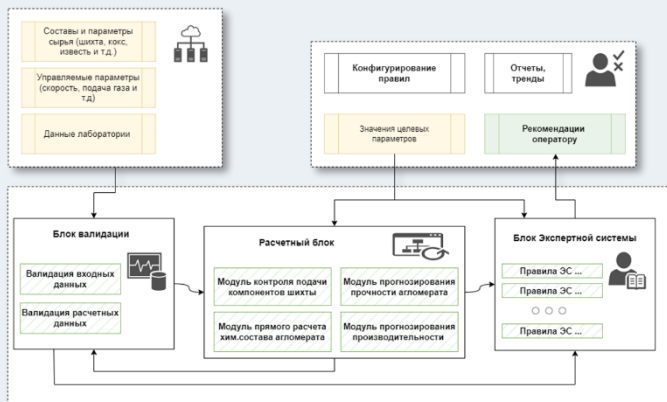
Объемное содержание (отн. единицы)



Массовый поток (отн. единицы)



Цифровой советчик агломератчика



Задачи:

- Прогнозирование состава и свойств агломерата с использованием данных ПК (PIMS, LIMS)
- Повышению качества агломерата
- Повышению производительности агломерационных машин
- Оптимизация энергопотребления
- Повышению точности контроля параметров процесса

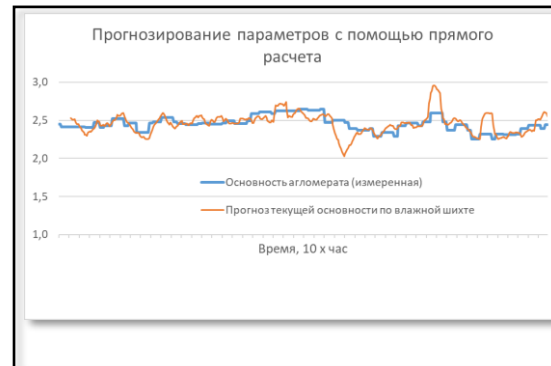
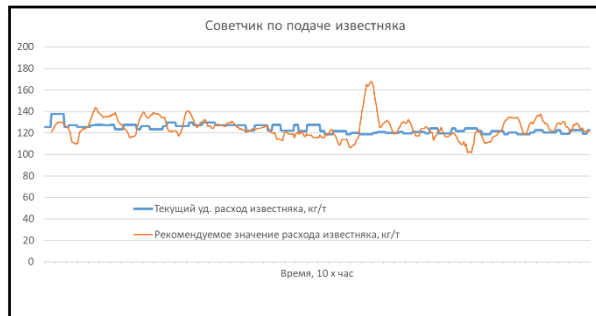
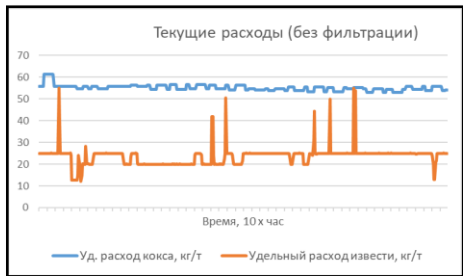
Решение:

- Модель прямого расчета сырьевой смеси
- Обратный расчет смеси (на основе целевой основности, FeO и т.д.)
- Материальный и тепловой балансы
- Технология машинного обучения

Выгоды:

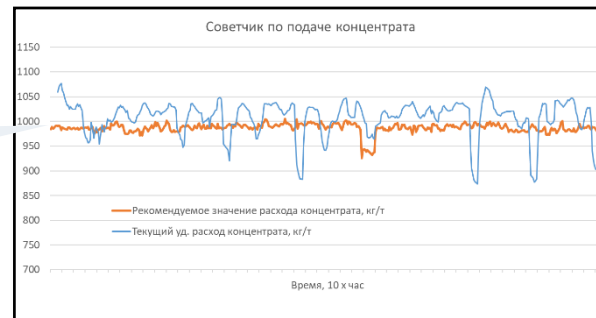
- Оптимизация параметров производства и **увеличение экономической эффективности предприятия**
- Прогноз прочности агломерата
- Прогноз производительности агломерационной машины

Цифровой советчик агломератчика



- Используя текущие данные по подаче топлива и извести, прогнозируются скорости подачи концентрата и известняка для достижения целевых параметров FeO и основности
- При наличии диапазона целевых параметров появится коридор рекомендованных значений

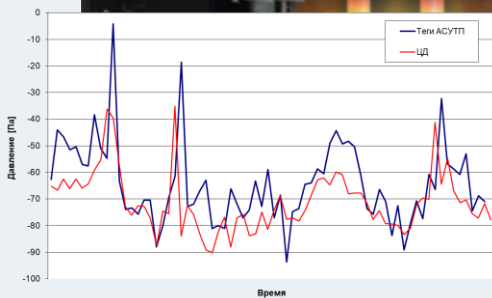
Возможный сигнал на изменение параметров подачи для последующей обработки в ЭС



Цифровой двойник системы газоходов металлургического производства



Давление за котлом



Задачи:

- **Моделирование системы отведения газов** от печи взвешенной плавки металлургического завода

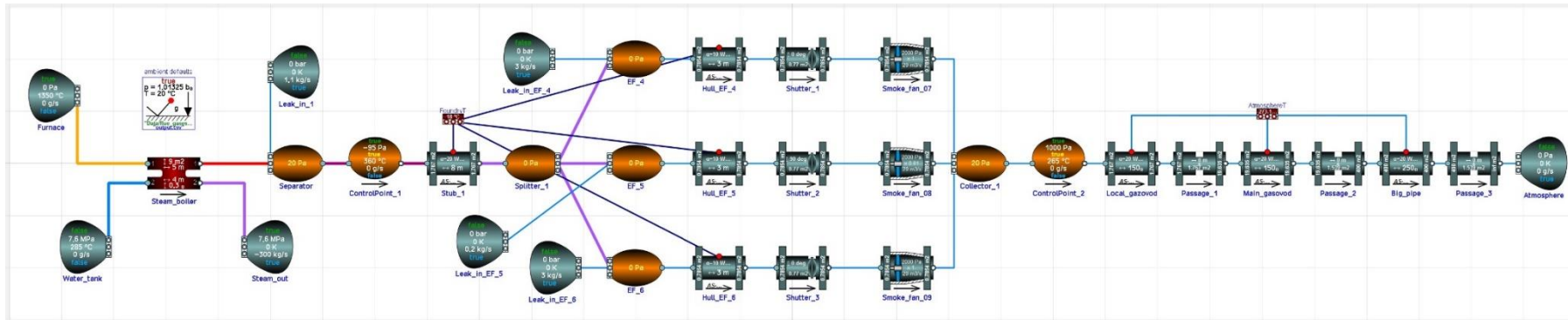
Решение:

- Модель в среде моделирования Open Modelica
- Сравнение результатов моделирования с текущими значениями с АСУТП

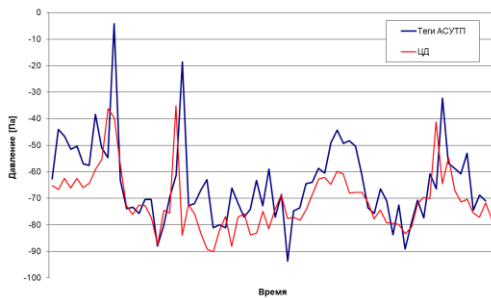
Выгоды:

- **Оценка потери эффективности** котла-утилизатора
- Оценка анализа компонентного состав отходящих газов

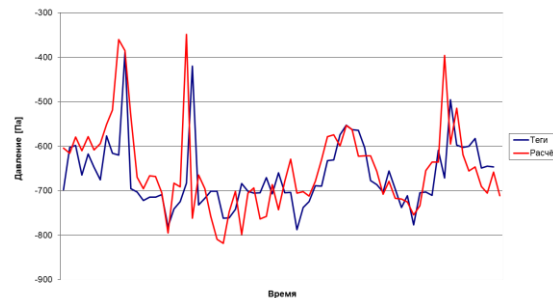
Цифровой двойник системы газоходов металлургического производства



Давление за котлом



Давление за электрофильтрами (среднее)





Задачи:

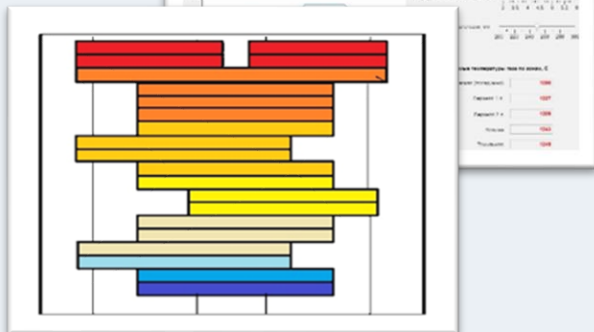
- **Цифровой двойник** полного технологического процесса, основанный на параметрах производства и физико-химических параметров слэбов из печи
- Повышение производительности цепочки производства

Решение:

- Технологии: Инженерные модели нагрева металла
- Модули основных процессов (смешивание газов, камера сгорания топлива, тепловой баланс для каждой зоны печи)
- Автоматическая рекомендация режима нагрева

Выгоды:

- Оптимизация параметров производства и **увеличение экономической эффективности предприятия**
- **Мониторинг и оптимизация на основе** целевых переменных (производительность, экономия газа, перебои в работе)



➤ Советчик для оператора методической (толкательной) печи

Уставки	T _{1св}	T _{2св}	T _{нижн}	T _{том}	Подача
Оптим.*	1240	1340	1290	1260	0,15
Текущие*	1240	1320	1280	1260	0,14

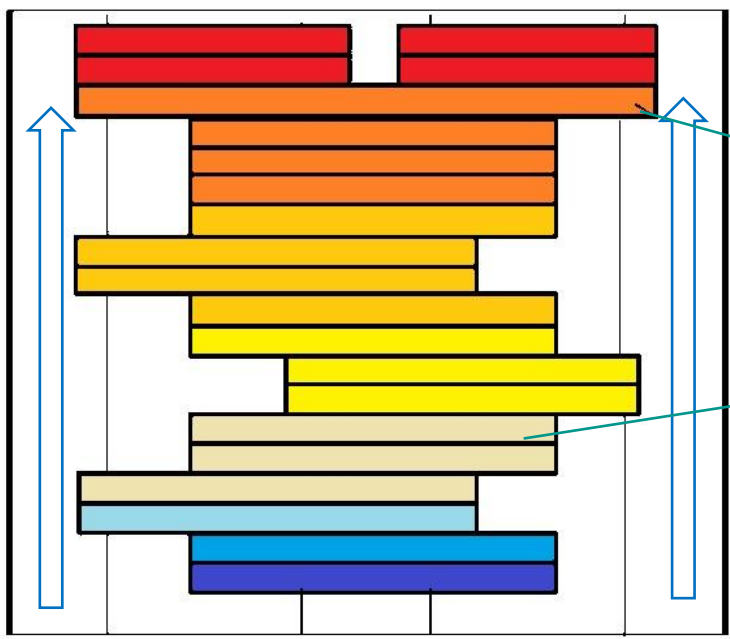
Модуль суммирования и оптимизации

Модуль согласования параметров нагрева

- Характеристики металла и заготовок
- Время и конечная температура нагрева
- Особенности динамики нагрева (напр. пластичность при входе в сварочную зону, уровни перегрева, пережога, равномерность прогрева и т.п.)
- Эффективность работы (производительность, экономия газа)
- Плановое и текущее состояние (план посадок, остановки)

Заготовка* № 257822
Марка* 09ГСФ-7
Текущая Темп.* 1150
Конечн. Темп при текущих уставках * 1202
Рекомендованный Режим*
T 1 св 1220
T 2 св 1310
T Том 1240
T Нижн 1280
Ск-ть подачи 0,16

Заготовка* № 257811
Марка* 70Г
Текущая Темп.* 990
Конечн. Темп при текущих уставках * 1220
Рекомендованный Режим*
T 1 св 1250
T 2 св 1350
T Том 1270
T Нижн 1295
Ск-ть подачи 0,14





ЦИФРОВЫЕ
КОРПОРАТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

> Контакты

ООО «Цифровые Корпоративные Технологии»



197022, г. Санкт-Петербург, Аптекарская наб. 8, литера А



+7 (812) 209-17-17



info@dct-ai.com