

# ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПРОКАТНОГО СТАНА

<sup>1</sup>Д.Н. Цапко, <sup>2</sup>С.В. Лукьянец

<sup>1</sup>Открытое акционерное общество «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания»

Жлобин, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Кафедра систем управления,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: tsapkodima@rambler.ru

В данном докладе рассматриваются вопросы применения имитационного моделирования технологического процесса для оценки эффективности предложенной модернизации производства прокатного стана 850 на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК».

## ВВЕДЕНИЕ

Прокатное производство представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных технологических переделов, определяющих не только качество продукции, но в значительной степени технико-экономические показатели работы предприятия. Развитие современного производства базируется на использовании нового более совершенного нагревательного, прокатного и отделочного оборудования, характеризующегося высокой точностью технологических процессов и операций, соответствующими скоростями и режимами работы.

При анализе производственного процесса на стане 850 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» выявлен ряд существенных недостатков и предложены решения, направленные на увеличение производительности стана [1]. В частности предложено, повысить скорость движения раската, а на участке кантующего холодильника управление скоростью позиционирования штанги в заданной точке построить по замкнутому циклу с применением позиционного регулятора, что позволяет сократить длительность операции в 2-3 раза.

Использование имитационного моделирования технологического процесса направлено на определение эффективности предлагаемых решений по совершенствованию производственного процесса на участке холодильника.

### I. УЧАСТОК КАНТУЮЩЕГО ХОЛОДИЛЬНИКА

Участок кантующего холодильника предназначен для резки и охлаждения готового сортового проката до температуры 200-300 градусов.

Структурно-компоновочная схема участка и технологический процесс представлены на рис. 1, где стрелкой показано направление движения заготовки.

В состав участка входят: отводящие рольганги клетки (ОРК), пила горячей резки (ПГР), подвижный упор длины (УД), транспортные рольганги холодильника (ТРХ), поперечный

транспортёр (ПТР), маркировочная машина (МкМ) и кантующий холодильник (КХ).

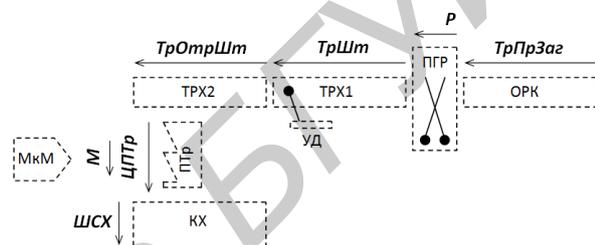


Рис. 1 – Структурно-компоновочная схема и технологический процесс участка:

ТрПрЗак – транспортировка прокатанной заготовки;

Р – резка; ТрШт – транспортировка штанги к упору;

ТрОтрШт – транспортировка отрезанной штанги;

ЦПТР – цикл поперечного транспортера;

М – маркировка; ШСХ – шаг секции холодильника

После окончания прокатки заготовка транспортируется к пиле горячей резки, обрезается передний конец раската, который затем сбрасывается в короб и заготовка подается к подвижному упору. Положение упора выставлено в соответствии с заданной контрактной длиной штанги. После позиционирования заготовки на упоре отрезается первая штанга, которая затем транспортируется на холодильник. Вслед за ней через некоторое время (ВЗ – время задержки) неразрезанная заготовка снова подается к упору. После отрезания заданного количества штанг обрезается задний конец раската и участок готов к принятию новой заготовки. Все отрезанные штанги перед укладкой на холодильник маркируются в торец. Перемещение с рольганга на холодильник осуществляется при помощи поперечного транспортера, который состоит из шести тележек. Конструкция тележек транспортера позволяет за один цикл переместить промаркированную штангу на холодильник, одновременно забрать вновь прибывшую штангу с рольганга и переместить её в карман для маркировки. После укладки штанги в первую ячейку холодильника, секция автоматически делает один шаг и освобождает ячейку для новой штанги.

В соответствии с описанным технологическим процессом были сделаны замеры длительности каждой операции и составлена временная диаграмма, которая приведена на рис. 2.

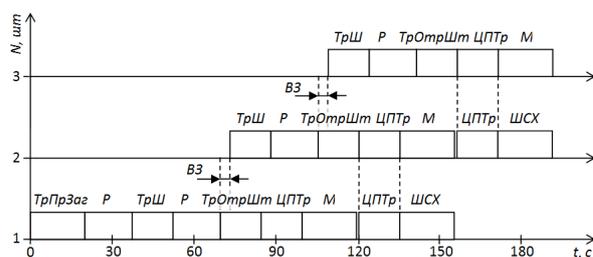


Рис. 2 – Временная диаграмма технологического процесса

## II. АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В СРЕДЕ GPSS WORLD

На основании составленной временной диаграммы разработан алгоритм моделирования производственного процесса, представленный на рис. 3.

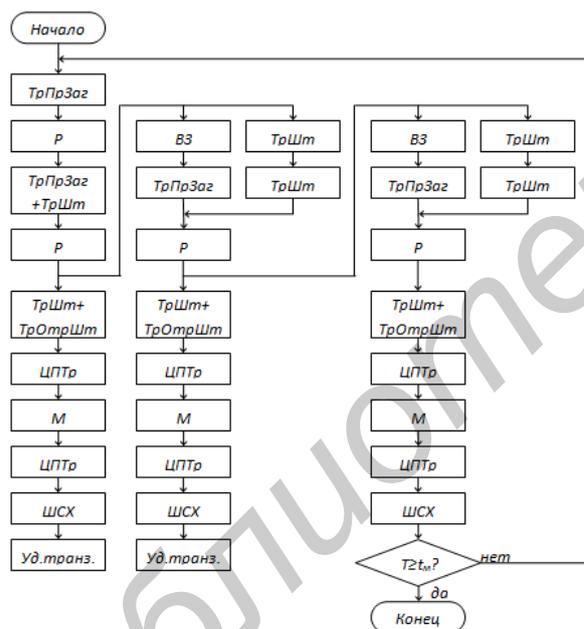


Рис. 3 – Алгоритм моделирования процесса

На этом рисунке обозначения отдельных операций соответствует принятым на рис. 1. Особенностью разработанной программы моделирования [2] является учет того, что данный процесс относится к системам массового обслуживания замкнутого типа, в нем недопустимо незавершенное производство.

## III. КОМПЬЮТЕРНЫЙ ЭКСПИРИМЕНТ

При выполнении расчетов на ЭВМ использованы следующие исходные данные. Длительность отдельных операций в секундах:

- для реального процесса  $TrПрЗаз-20\pm5$ ,  $P-17$ ,  $TrШт-14\pm1$ ,  $BЗ-3.5$ ,  $TrОтрШт-15\pm2$ ,  $ЦПТр-14\pm0.5$ ,  $M-20.8$ ,  $ШСХ-19.5$ ;
- для проектируемого процесса  $TrПрЗаз-8\pm3$ ,  $P-17$ ,  $TrШт-4.7\pm1$ ,  $BЗ-3.5$ ,  $TrОтрШт-6\pm2$ ,  $ЦПТр-14\pm0.5$ ,  $M-20.8$ ,  $ШСХ-19.5$ .

Продолжительность работы участка 1 час. В соответствии с отмеченной особенностью производства принят коэффициент использования рабочего времени 0.9.

Анализ выходной статистики реального процесса показывает, что за 1 час прокатано 14 заготовок. Самыми загруженными механизмами являются отводящие рольганги клетки и первая группа транспортного рольганга холодильника. Коэффициент их использования равен 38 %.

Анализ выходной статистики проектируемого процесса показал, что за 1 час прокатывается 18 заготовок, загрузка рольгангов уменьшилась в 2 раза. При этом наиболее загруженными уже являются пила горячей резки, маркировочная машина и кантующий холодильник. Загрузка данных механизмов составила около 33 %.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные в рамках настоящего исследования компьютерные эксперименты показали, что предложенные ранее мероприятия позволяют повысить производительность стана за счет повышения скорости движения раската и применения замкнутой системы управления позиционированием заготовки, обеспечив тем самым необходимые технико-экономические показатели производства. Кроме того, его дальнейшее совершенствование возможно при решении вопросов повышения производительности пилы горячей резки, маркировочной машины и кантующего холодильника.

1. Цапко, Д. Н. Модернизация системы управления прокатного стана / Д. Н. Цапко, В. Н. Куполов, С. В. Лукьянец // Информационные технологии и системы 2013 (ИТС 2013): материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 23 октября 2013 – С. 104–105 .
2. Кудрявцев, Е. Н. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем / Е. Н. Кудрявцев // М.: ДКМ Пресс, 2004. –320 с.