

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ МНОГОРОЛИКОВЫХ ЛИСТОПРАВИЛЬНЫХ МАШИН

Грибков Э. П., Завгородний А. В., Гаврильченко Е. Ю., Горбенко А. С.

Ручной расчет и настройка листопрямительной машины ведет к накоплению ошибок и неэффективному назначению перекрытий рабочих роликов, что в свою очередь, приводит к возникновению брака готового металлопроката, в том числе и неисправимого. Поэтому, возникает задача повышения качества производимой продукции за счет внедрения новых эффективных информационных компьютерных технологий. В работе рассмотрен программный продукт, целью которого является сокращение ручного труда на производственных предприятиях, и, как следствие, повышение качества выпускаемой продукции. На примере листопрямительной машины толстолистового стана 2800 Ашинского металлургического завода экспериментально подтверждена целесообразность использования программы по расчету оптимальных настроек рабочих роликов правильной машины. Полученные результаты применены на производстве для повышения эффективности технологических процессов.

Ручний розрахунок і налаштування листопрямителі машини веде до накопичення помилок і неефективного призначення перекриттів робочих роликів, що в свою чергу, призводить до виникнення браку готового металопрокату, в тому числі і невилправного. Тому, виникає завдання підвищення якості виробленої продукції за рахунок впровадження нових ефективних інформаційних комп'ютерних технологій. У роботі розглянуто програмний продукт, метою якого є скорочення ручної праці на виробничих підприємствах, і, як наслідок, підвищення якості продукції, що випускається. На прикладі листопрямителі машини товстолистового стану 2800 Ашинського металургійного заводу експериментально підтверджено доцільність використання програми за розрахунком оптимальних налаштувань робочих роликів правильної машини. Отримані результати застосовані на виробництві для підвищення ефективності технологічних процесів.

Manual calculation and adjustment levelers leads to the accumulation of errors and inefficient overlap purpose of working rollers, which in turn, leads to a marriage of finished rolled metal products, including the incorrigible. Therefore, the challenge is to improve the quality of products through the introduction of new and effective information and computer technologies. In this paper we consider a software product designed to reduce manual labor in manufacturing plants, and as a result improve the quality of products. For example, levelers plate mill 2800 Asha Metallurgical Plant, experimentally confirmed the usefulness of the program for the calculation of the optimal configuration of working rolls of the leveler. The obtained results are used in the manufacture to improve process efficiency.

Грибков Э. П.

канд. техн. наук, доц. ДГМА
amm@dgma.donetsk.ua

Завгородний А. В.

канд. техн. наук, ст. преп. ДГМА

Гаврильченко Е. Ю.

аспирант ДГМА, начальник бюро
агрегатных линий ПАО НКМЗ

Горбенко А. С.

ведущий конструктор в бюро разработки
программного обеспечения ПАО НКМЗ

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск;
НКМЗ – Новокраматорский машиностроительный завод, г. Краматорск.

УДК 621.771.01

Грибков Э. П., Завгородний А. В., Гаврильченко Е. Ю., Горбенко А. С.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ МНОГОРОЛИКОВЫХ ЛИСТОПРАВИЛЬНЫХ МАШИН

За последние десятилетия в области производства средств вычислительной техники и информационных технологий произошли существенные изменения [1], прогресс в которых существенным образом изменил как подходы к проектированию систем управления производственными машинами, так и их элементную базу. Современные системы управления строятся по модульному принципу на базе унифицированных аппаратных и программных средств вычислительной техники и объединяют функции технологической подготовки производства, управления технологическими комплексами и отдельными агрегатами, графического представления оперативной информации, работы с большими базами данных и численного анализа на основе сложных математических моделей в реальном времени.

Все перечисленное создало предпосылки к разработке принципиально новых и коренной модернизации существующих систем управления металлургическими агрегатами, что в полной мере касается также отделочного оборудования, а именно листопрямильных машин [2].

Целью работы является снижение сроков проектирования настроечных параметров листопрямильных машин, обеспечивающих наилучшее качество готовой продукции и удовлетворяющих требования ГОСТа.

Системы управления современной листопрямильной машины включает:

- максимальную эксплуатационную готовность всех агрегатов, входящих в состав машины;
- максимальную технологическую гибкость отделочного оборудования и минимальную длительность его наладки;
- оптимальную экономичность за счет комплексного планирования работы машины, минимизации количества отходов и сокращения простоев оборудования;
- существенное повышение качества готовой продукции при минимальных производственных допусках;
- максимально возможное удобство управления и информативность для обслуживающего персонала с использованием легко осваиваемого интерфейса «человек-машина».

Основными задачами подготовительного периода являются техническое оснащение производства на основе конструкторской и технологической документации на машину, включая проектирование как самой машины, так и ее настроечных параметров. В общем случае ввиду большого количества вариантов и сложности проектных задач их решение наиболее эффективно при использовании современных компьютерных технологий. Компьютеризация на основе систем автоматизации проектирования (САПР) позволяет значительно сократить сроки и повысить качество проектирования [3].

В связи с этим для анализа и оптимизации технологических параметров настройки листопрямильных машин совместно с ПАО «Новокраматорский машиностроительный завод» было разработано программное обеспечение «Levelling_АМЕТ», позволяющее проектировать технологические режимы настройки многороликовых листопрямильных машин на правку листа в холодном состоянии и адаптированное к заводским условиям.

Созданная программа реализована в среде программирования Visual Studio производства корпорации Microsoft. Алгоритм включает формирование исходных данных, расчет геометрии процесса [4], включающую в свою очередь расчет перекрытий рабочих роликов

листоправильной машины [5], а также определение энергосиловых параметров процесса правки и визуализацию расчетных данных. В разработанной САПР используются методики [4–5] определения напряженно-деформированного состояния металла и основных показателей качества, разработанные учеными кафедры автоматизированных металлургических машин и оборудования Донбасской государственной машиностроительной академии.

В качестве исходных данных программа запрашивает геометрические характеристики выпрямляемого металлопроката, а также характеристики оборудования (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Исходные данные для расчета параметров настройки листоправильных машин

Наименование	Обозначение в программе	Единицы измерения
Количество роликов	n	—
Шаг роликов	t	мм
Диаметр роликов	d	мм
Толщина полосы	h	мм
Ширина полосы	b	мм
Напряжение текучести материала проката при данных условиях	Gs0	МПа
Коэффициент проникновения пластической деформации	Nset	—

Рис. 1. Фрагмент окна программы для ввода исходных данных при расчете процесса правки листов в холодном состоянии на многороликовых листоправильных машинах

Информация по механическим свойствам материалов [6] хранится в базе данных сплавов. Для извлечения данных необходимо нажать кнопку «Прочитать из базы», и в соответствующем окошке выбрать необходимый материал (рис. 2). Данные систематизированы так, что их извлечение удобно в рамках предложенных алгоритмов для программного комплекса, а расширение базы за счет информации по свойствам новых сплавов удобно для пользователя.

В случае отсутствия требуемого материала в базе данных, данные по материалу можно ввести вручную в поля «Напряжения текучести» и коэффициентов регрессии: «a0», «a1», «a2», «a3» (см. рис. 2).

Разработанная программа позволяет проектировать параметры настройки многороликовых листоправильных машин для правки листа в холодном состоянии из наиболее распространенных сталей. Отработка функционирования системы «Levelling_АМЕТ» была проведена для производственных условий действующего цеха на листоправильной машине тол-

столистового стана 2800 Ашинского металлургического завода. Данная листопрямляющая машина конструкции НКМЗ введена в эксплуатацию в декабре 2013 года и обладает следующими преимуществами:

листопрямляющая машина ТЛС 2800 АМЗ является одной из наиболее современных и позволяет реализовать индивидуальную настройку рабочих роликов;

система автоматического управления листопрямляющей машиной оснащена диагностическим комплексом ИВА, позволяющим вести мониторинг большого числа параметров работы оборудования, таких как задание и фактическое положение траверсы листопрямляющей машины и каждого из правильных роликов, давления в нажимных гидравлических цилиндрах, заданной и фактической скорости, тока и момента на каждом из двигателей привода правильных роликов и т.п.

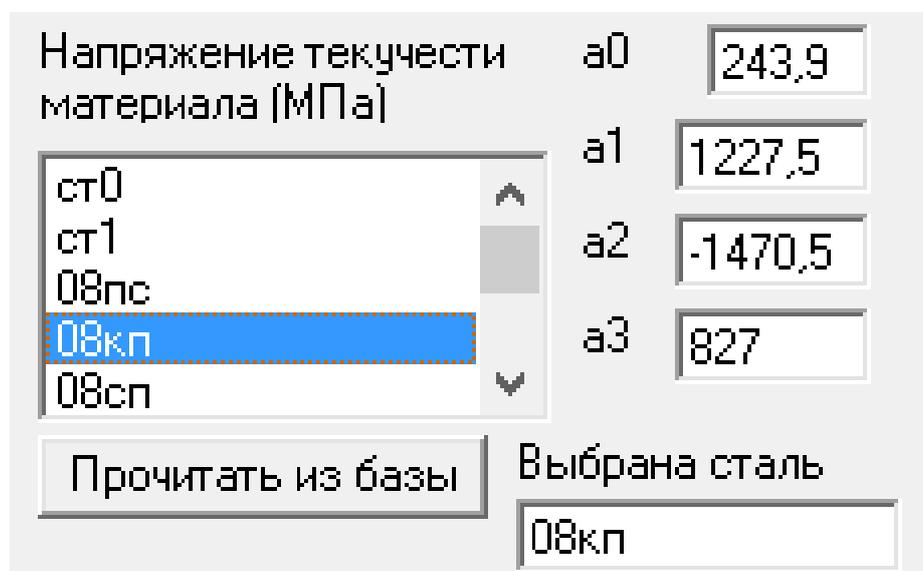


Рис. 2. Фрагмент окна программы для выбора материала листа при расчете процесса правки листов в холодном состоянии на многороликовых листопрямляющих машинах

Выполнение процедур автоматизированного проектирования осуществляется в следующей последовательности. При запуске программы в открывшемся окне задаются исходные данные, выбирается из базы данных марка стали листа, подвергаемого правке. Далее программа автоматически производит расчет необходимых параметров настройки (координат положения роликов f_1 , f_3 , f_5 , f_7 , f_9), а также энергосиловых параметров процесса правки. Результаты расчета выводятся на монитор в виде координат положения роликов верхней кассеты относительно неподвижно выставленной верхней кассеты на толщину листа, подвергаемого правке (рис. 3).

Алгоритм автоматизированного проектирования технологической настройки многороликовой листопрямляющей машины, который заложен в данной программе, достаточно сложный, и содержит в себе несколько этапов.

На первом этапе для всего цикла проектирования все нижние ролики лежат в одной плоскости на уровне правки, а верхние ролики устанавливаются на расстоянии от нижних, равном толщине выправляемого металла.

На втором этапе первый ролик остается без изменений, а последующие верхние ролики, начиная со 2-го, опускаются на величину, равную расчетному прогибу f_3 .

Третий этап заключается в моделировании процесса правки для полученных координат правильных роликов. Происходит проверка, которая заключается в следующем: когда кривизна металла на выходе из машины меньше или равна допускаемой, проектирование завершается, настройка считается приемлемой. Если же кривизна полосы на выходе из листо-

правильной машины превышает допустимое значение, то ролики № 1 и 3 остаются на месте, а верхние ролики, начиная с № 5, начинают приподнимать на величину, равную точности позиционирования осей роликов, имеющимся нажимным механизмом. Для полученных координат снова производится повтор, начиная этапом 3.

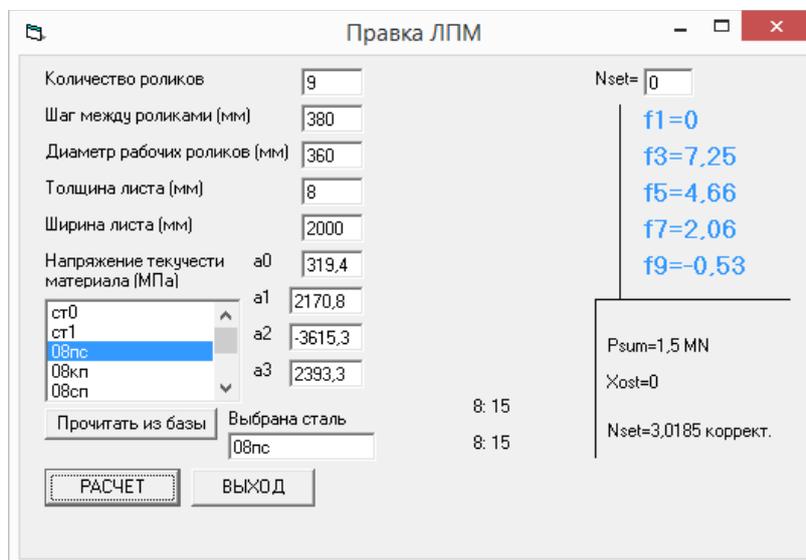


Рис. 3. Окно программы для расчета процесса правки листов в холодном состоянии на многороликовых листопрямляющих машинах

Как видно из графика (рис. 4), при увеличении угла наклона верхней траверсы остаточная кривизна уменьшается до своего минимального значения, близкого к нулю, а затем наблюдается ее бессистемное хаотичное изменение с резким увеличением.

Анализ представленной зависимости (см. рис. 4) показывает наличие единственного экстремума результирующей кривизны листа и подтверждает правомерность используемого алгоритма и дальнейшего его использования для расчетов.

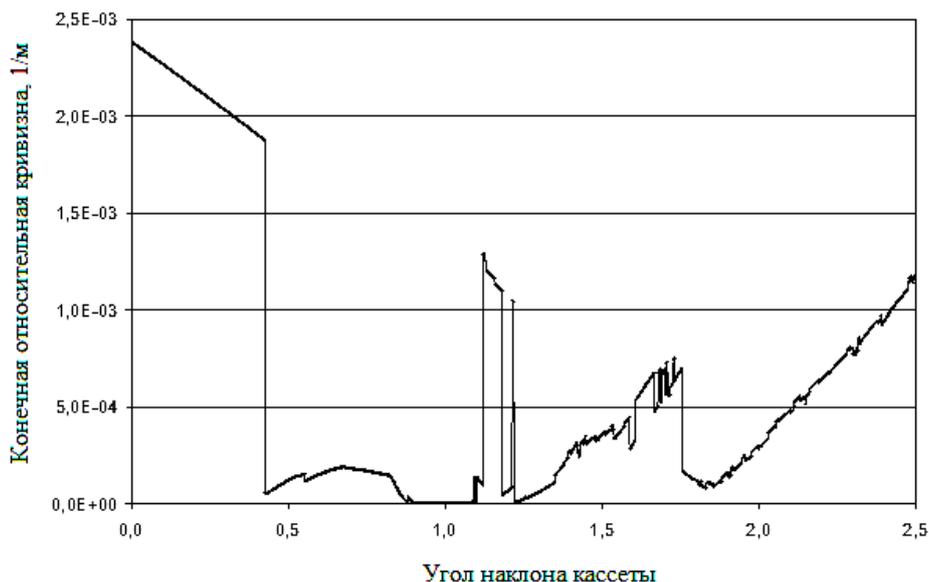


Рис. 4. Изменение конечной относительной кривизны листа при увеличении угла наклона верхней кассеты

Проектирование параметров процессов холодной правки листов на многороликовых листопрямильных машинах проводилось в рамках анализа и поиска настроек, обеспечивающих наилучшее качество готовой продукции на современных листопрямильных машинах, способных реализовывать индивидуальную настройку правильных роликов, включая учет показателей плоскостности листа.

В результате правки [7] планшетность обработанных листов была доведена до показателей, удовлетворяющих требования ГОСТа и даже превышающих их (рис. 5). При этом следует отметить, что в основном правка выполнялась за один проход.



Рис. 5. Замеры дефектов плоскостности листа после правки [7]:
а – волнистости; б – коробоватости

ВЫВОДЫ

Исходя из вышесказанного, с помощью программы «Levelling_АМЕТ» можно осуществлять многооперационные расчеты технологических режимов настройки многороликовых листопрямильных машин на правку листа в холодном состоянии. Применение этой программы позволило получать качественный металлопрокат с показателями плоскостности согласно требованиям современных отечественных и зарубежных стандартов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Восканьяц А. А. Автоматизированное управление процессами прокатки / А. А. Восканьянц. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 85 с.
2. Слоним А. З. Правка листового и сортового проката / А. З. Слоним, А. Л. Сонин. – М. : Металлургия, 1981. – 232 с.
3. Малюх В. Н. Введение в современные САПР / В. Н. Малюх. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
4. Уточненный метод расчета параметров процесса правки на многороликовых машинах / В. В. Тимченко, А. Б. Егоров, С. Ю. Саплин С. Ю., Титаренко О. А. // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : тематич. зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2005. – С. 495–499.
5. Сатонин А. В. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния металла и основных показателей качества при реализации процесса правки на многороликовых правильных машинах / А. В. Сатонин, Э. П. Грибков, О. А. Гаврильченко // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії : збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – № 1 (18). – С. 268–273.
6. Шишков М. М. Марочник сталей и сплавов : справочник / М. М. Шишков. – Донецк : Юго-Восток, 2002. – 456 с.
7. Федоринов В. А. Математическая модель технологических настроек ЛПМ ТЛС 2800 Ашинского металлургического завода для горячей и холодной правки листов / В. А. Федоринов, А. В. Барабаш, Е. Ю. Гаврильченко, С. П. Грибков // Обработка материалов давлением : сборник научных трудов. – Краматорськ : ДДМА, 2014. – № 1 (38). – С. 48–53.