

УДК 621.7.044.2

## ОБ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ИМПУЛЬСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*С.А. Мазниченко, канд. техн. наук, А.С. Морголенко, канд. техн. наук, А.А. Павленко*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Предложен способ стабилизации фазы подготовки газозвушной смеси в приводах импульсных машин для резки горячего металла и брикетирования сыпучих материалов, основанный на введении переменного отрезка времени между окончанием подачи топлива и началом подачи окислителя.

\* \* \*

Запропоновано спосіб стабілізації фази підготовки газоповітряної суміші у приводах імпульсних машин для різання гарячого металу та брикетування сипких матеріалів, зоснований на введенні змінного відрізка часу між закінченням подачі палива й початком подачі окислювача.

\* \* \*

Method of stabilization of air-gas mixture preparation stage for actuators of impact machines for hot metal cutting and loose material briquetting, based on insertion of variable time cell between the ending of fuel feed and beginning of oxidizing agent feed is proposed.

Необходимым условием наращивания экономического потенциала Украины является рост производства в металлургической и машиностроительной отраслях. Следует использовать существующие прогрессивные технологии, материалы, оборудование, осуществлять поиск, создавать современные технологии и их комбинации в целях получения перспективных результатов с одновременным сокращением ресурсо- и энергопотребления, сохранением окружающей среды, снижением эксплуатационных расходов, улучшением условий труда.

В связи с ростом потребления сырья, материалов и энергии одной из актуальных технических задач современности является разработка и создание ресурсосберегающих технологий и машин с широкими технологическими возможностями. В такой постановке это характерно для металлургии и некоторых отраслей точного машиностроения, в частности авиастроения и производства объектов ракетно-космической техники.

К числу таких новых технологий следует отнести импульсные методы обработки материалов, на основе которых можно создавать безотходные технологии и оборудование с высокой степенью концентрации энергии в технологическом цикле. С по-

мощью импульсных технологий и оборудования решены многие прикладные технические задачи [1, 2], однако целесообразно продолжить исследования в этой области, чтобы расширить их сферу использования, как весьма перспективных в сложившейся политико-экономических условиях, что предусмотрено планом выполнения работ по госбюджетной теме № ГР 0100U03348 Министерства образования и науки Украины.

Известно, что наибольшей эффективности можно добиться, используя непрерывные технологические процессы и ритмичные производства. Так, в металлургии увеличение выпуска металлопродукции достигается благодаря применению прогрессивных технологий, одной из которых является производство сталей на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), где в качестве режущих агрегатов для отделения от движущегося слитка заготовок мерной длины используют машины импульсной резки (МИР). Отрезанные заготовки отправляют для дальнейшей прокатки. При производстве проката из непрерывнолитых заготовок очевидна целесообразность наличия положительного допуска на развес (мерную длину) исходных заготовок. Однако в целях уменьшения обрезки точность мерной длины за-

дана в жестких пределах (+20 ... +30 мм). Поэтому организация рабочего цикла МИР, установленных в линии многоручьевой МНЛЗ, играет важную роль в соблюдении величин допусков, поскольку для работы привода использован принцип внутреннего смеобразования с отдельной подачей компонентов в камеру сгорания привода. Такую меру можно считать обязательной, так как взрывоопасная горючая смесь образуется при этом непосредственно в полости камеры сгорания энергоузла, благодаря чему соблюдены меры безопасности.

Из-за необходимости по техническим причинам изменять цикловую энергию МИР время подготовки смеси принципиально нестабильно, так как поэтому длительность подачи газа, а затем воздуха различна от цикла к циклу. Рез по требованиям соблюдения допуска на длину должен быть выполнен точно в заданный момент. Положение усугубляется также нестабильностью скорости вытягивания заготовки, так как уровень жидкого металла в кристаллизаторе МНЛЗ поддерживается автоматически путем изменения скорости вытягивания, поэтому в процессе разлива возможны мгновенные изменения скорости на участке резки заготовки. В результате положительный допуск, как правило, превышает допустимую величину, что приводит к увеличению обреза при прокатке.

Реальным путем повышения точности мерного реза с помощью МИР является строгая стабилизация длительности фазы подготовки смеси.

Эта же проблема существует и при использовании импульсного оборудования для брикетирования или пакетирования металлических отходов в виде обреза, стружки и т.п.

Несмотря на применение новых технологий металлообработки в авиастроении и в машиностроительных отраслях образуется большое количество стружки черных и цветных металлов, переработка которой сопровождается значительными потерями при переплавке [3]. Положение можно улучшить

приведением сыпучего сырья в вид брикетов или пакетов. Здесь также весьма перспективными являются импульсные прессы – машины импульсного брикетирования (МИБ) [2]. Организацию участка брикетирования на основе МИБ также можно отнести к категории непрерывных производств, так как важный экономический показатель работы такого участка – производительность – напрямую зависит от четкой цикличности импульсного оборудования.

Технология получения плотно упакованной стружки предусматривает наличие в составе участков устройств очистки, отжига, транспортирования, дозирования. Достижение максимальной производительности участка обуславливает агрегатирование этих устройств и согласованное управление производственным ритмом. Здесь также прослеживается необходимость стабилизации цикла наполнения камеры сгорания МИБ газозвушной смесью, что вызвано необходимостью изменять энергию в соответствии с дозированным количеством брикетируемого материала, чтобы не перегружать машину и ее технологический узел в силовом отношении и этим значительно увеличить надежность и продлить срок службы.

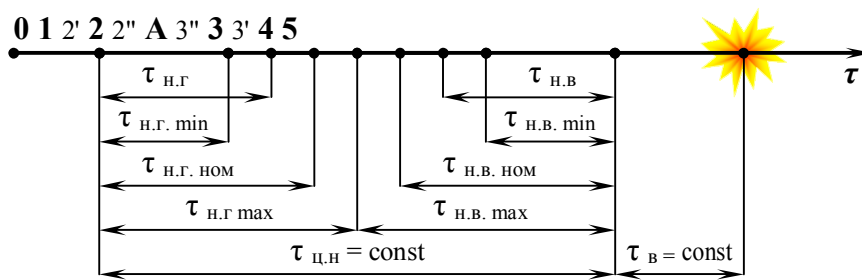
Для работы приводов МИР и МИБ используют смесь газообразных углеводородов с воздухом, которая образуется при отдельной подаче компонентов. Начальное давление их и соотношение давлений находятся в строгой взаимосвязи, так как количество энергии цикла прямо пропорционально давлению смеси, а соотношение давлений компонентов обуславливает качественный ее состав, теплофизические характеристики цикла и в конечном итоге также влияет на энергетический уровень.

Использование газообразного энергоносителя весьма удобно, газовое топливо (природный газ или пропан-бутан) относительно дешево, легко транспортируется и дозируется (по давлению), не является агрессивным по отношению к материалам, с которыми соприкасается, обладает высокой тепло-

творной способностью. Однако у таких смесей есть существенный недостаток: они легко расслаиваются в нетурбулизированной смеси за короткое время (более 0,6 ... 1 с), поэтому после окончания наполнения, чтобы получить нормированную энергию цикла, образовавшуюся в камере смесь необходимо поджечь не позднее этого времени. Осуществлять поджиг ранее также нецелесообразно, потому что перемешивание смеси еще не завершилось, и ее состав не стабилизирован. Экспериментально установлено, что наивыгоднейший интервал выдержки

лежит в пределах 0,15 ... 0,3 с.

С учетом этого фаза смесеобразования в камерах сгорания приводов МИР и МИБ, работающих в технологических линиях с непрерывным циклом производства, сформирована так, что время между началом впуска газа в полость камеры сгорания и окончанием впуска воздуха всегда неизменно, а между окончанием впуска газа и началом впуска воздуха введен временной промежуток. Это можно проиллюстрировать графически (рисунок).



Цикл образования смеси в камерах сгорания приводов МИР и МИБ

Здесь  $\tau_{н.г.}$ ,  $\tau_{н.в.}$  — время наполнения камеры сгорания газом и воздухом соответственно,  $\tau_{ц.н.}$  — общее время цикла наполнения,  $\tau_{в.}$  — время выдержки перед поджигом смеси.

Горизонтальная ось — время. Длительность от точки 1 до точки 2 — наполнение в некотором режиме мощности (задает оператор или система автоматизированного управления). Соотношение времени наполнения газом и наполнения воздухом для данной МИР или МИБ постоянно и заранее введено в управляющую систему. После впуска газа система выдерживает вычисленную паузу (от точки 2 до точки 3) и дает команду на впуск воздуха, который длится от точки 3 до точки 4. В продолжение паузы камера наполнена газом, который без присутствия воздуха не расслаивается, а в процессе подачи воздуха хорошо с ним перемешивается, и к моменту, отображенному точкой 4, смесь готова. После этого следует установленная постоянная выдержка до точки 5, в которой смесь поджигается электрической искрой. Цикловая мощность регулируется пу-

тем уменьшения или увеличения временного промежутка между точками 2 и 3. От точки 2' до точки 3' — пауза наибольшая, значит, мощность цикла минимальна; от точки 2'' до точки 3'' — пауза соответствует номинальной мощности цикла. При паузе, равной нулю, когда после подачи газа, которая длится до точки А, сразу начинается подача воздуха (от точки А) мощность цикла максимальна, так как длительность впуска компонентов наибольшая и весовая доля заряда также максимальная.

Такой способ стабилизации времени наполнения реализован на основе АСУ с использованием микропроцессорной техники и переходом на цифровую обработку сигналов управления. Поскольку отсчет временных интервалов при дозировании газа и воздуха осуществляется на основе встроенного в АСУ генератора частотных импульсов, то точность процесса определяется стабильностью его работы, а так как подобные генераторы имеют кварцевую стабилизацию, то следует ожидать точности отсчета в пределах  $10^{-5} \dots 10^{-6}$  с. Переход на цифровую обра-

ботку информации, поступающей от датчиков, позволяет значительно улучшить помехозащищенность системы управления МИР и МИБ.

Так, например, перевод двух МНЛЗ Молдавского металлургического завода на импульсную резку позволил увеличить скорость вытягивания заготовок с 2,5 м/мин до 4,5 ... 5 м/мин. В результате весь выплавленный металл (около 1 млн. т в год) разливают на одной МНЛЗ, а вторая – демонтирована. Эксплуатация предложенной системы дозирования совместно с АСУ МНЛЗ даже при таких скоростях движения заготовки (до 85 мм/с) позволяет выдерживать допуск на мерную длину в заданных пределах.

Стабилизация времени наполнения камеры сгорания МИБ опытного брикетировочного участка для получения брикетов из стружки обычных и нержавеющей сталей на предприятии ООО «ПТТП», г. Днепропетровск дала возможность довести производительность установки до 2 т/ч. При этом производительность ограничивалась несовершенством вспомогательного оборудования (измельчителя, загрузочного устройства и т.п.). Переход на многопозиционное импульсное оборудование, в котором фаза непосредственного получения брикета выполняется в технологическом узле МИБ, а остальное – засыпка, трамбовка выталкивание – вне его, обеспечивает увеличение числа брикетов в единицу времени и применение предложенного способа стабилизации цикла, позволит еще более усовершенствовать производство брикетов с плотностью 70 ... 90 % от плотности исходного материала и значительно уменьшить потери при переплавке таких брикетов.

### Заклучение

Предложенный метод стабилизации времени цикла образования горючей смеси в камерах сгорания приводов импульсного резания и брикетирования достаточно универсален и может быть использован не только применительно к высокоскоростным машинам, работающим в технологических ли-

ниях металлургического производства. Промышленная эксплуатация МИР с такой системой стабилизации (МНЛЗ, ММЗ, г. Рыбница) показала устойчивость организации цикла, хорошее согласование заданного уровня энергии с полученным фактически и, что наиболее существенно – высокую стабильность от цикла к циклу при неизменности заданных энергетических параметров.

### Литература

1. Кононенко В.Г., Стриженко В.Е. Импульсная резка слитков в системе многоручьевого МНЛЗ // Высокоскоростная обработка материалов давлением. – Харьков, 1972. С. 94-102.
2. Кононенко В.Г., Шалбаян А.С. Исследование и внедрение импульсного процесса брикетирования стружки алюминиевых сплавов // Высокоскоростная обработка материалов давлением. – Харьков, 1972. С. 94-102.
3. Равич Б.М. Брикетирование в цветной и черной металлургии. – М.: Металлургия, 1975. 273 с.

*Поступила в редакцию 27.03.03*

**Рецензенты:** канд. техн. наук, зав. кафедрой теоретической механики и машиноведения Сапрыкин В.Н., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", г. Харьков; канд. техн. наук, главный инженер Буденный М.Ф., канд. техн. наук, заместитель главного технолога Федосенко И.Г., ГП "Завод им. Малышева", г. Харьков.