



Measuring the Axial Loads in a Power Installation in the Process of Friction Extrusion Using a Full-bridge Strain Gauge

Radoslav MERDZHANOV, Jasen HADZHITODOROV,
Desislava KRUSTEVA, Nikolay ALEKSIEV

Bulgarian Academy of Science, Institute of Metal Science, Equipment, and Technologies
with Center for Hydro- and Aerodynamics “Acad. A. Balevski”, Sofia, Bulgaria,
e-mail: radi@ims.bas.bg

Abstract:

A method has been developed for measuring the axial loads in a power installation at different phases in the process of friction extrusion of aluminum welding wire using a full-bridge strain gauge.

Keywords: extrusion, friction, recycling, aluminum chips, measurement, tensometry.

Измерване на аксиалните натоварвания в силова установка при процес на екструдирание чрез триене с тензометрична схема пълен-мост

Радослав МЕРДЖАНОВ, Ясен ХАДЖИТОДОРОВ,
Десислава КРЪСТЕВА, Николай АЛЕКСИЕВ

1. Увод

Процесът на екструдирание чрез триене е нов и ефективен метод за производството на висококачествени продукти (напр. заваръчна тел) от евтини материали (напр. метални стружки или метален прах) без предварително разтопяване. Директното рециклиране на алуминиеви стружки спестява разхода на материал с около 40%, разхода на енергия с около 26–31% и лабораторни разходи с 16–60% с което доказва ефективността на метода [1]

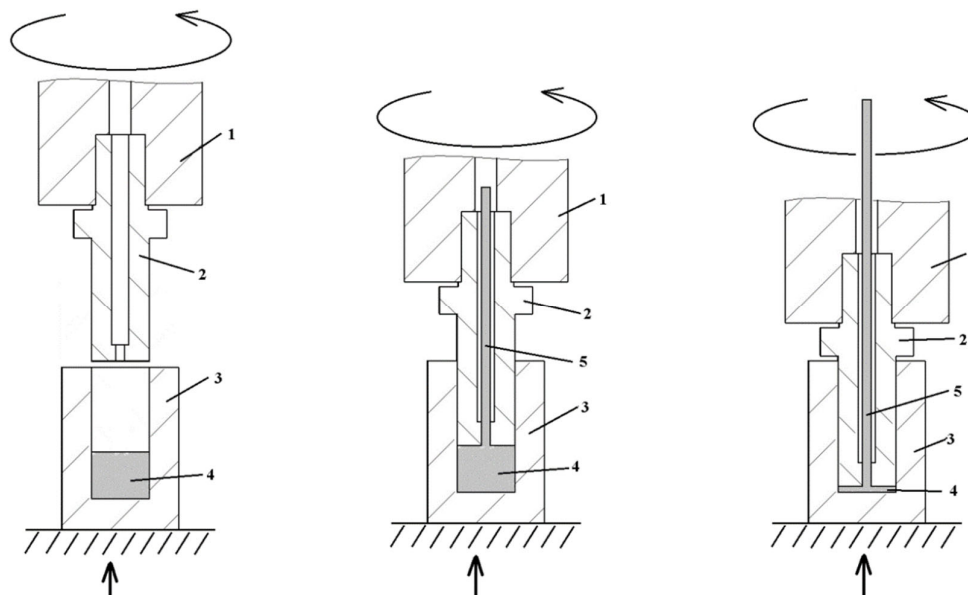
В ИМСТЦХ е стартирана разработка с цел използване на метода за производство на модифицирани заваръчни телове за ВИГ заваряване на алуминиеви сплави. За целта са проведени редица експерименти за установяване на най-подходящата конфигурация на работната установка, конструкция на инструменталната екипировка и технологични режими. За провеждането на експериментите е модифицирана универсална фреза ФУ321.

Експерименталната постановка е показана на *фиг. 1* Фиксирането на контейнера за стружки 3, който е неподвижната част от триещата двойка се извършва посредством приспособление монтирано на масата на машината, поансон 2 е закрепен посредством захват към шпиндела на машината.

Установено е, че преди започване на процеса на екструдирание е необходимо уплътняването им в специално направено за целта приспособление на хидравлична преса.

На *фиг.1а* е показана установката в изходна позиция като контейнера 3 е запълнен с определено количество вече компактирани алуминиеви стружки 4. Поансона 2 се

подава към контейнера 3 като се поддържат определени обороти и определено линейно подаване, при което започва процеса на екструдирание чрез триене. Той продължава до изчерпване количеството компактиран материал (фиг.1 в) след което поансона се оттегля в горна позиция.



Фиг. 1 Експеримента постановка за екструдирание чрез триене

За успешното протичане на процеса е необходимо достигането на определена температура преди стартиране на самото на екструдирание. Подгръването се извършва посредством триене при прилагане на постоянен натиск.

По време на процеса на екструдирание, вследствие на триенето се поддържа постоянна температура, която е функция от оборотите и линейното подаване на работните части на инструмента. Трябва да се постигнат режими при които процеса сам да поддържа постоянна оптимална температура, при която материала е в пластично състояние, което от своя страна ще гарантира правилното му екструдирание и получаването на висококачествен тел.

Процесът на екструдирание чрез триене се състои в три основни фази – пресоване, загряване чрез триене и екструдирание. Важно е да се измерят натоварванията в силовата установка за да бъде изработена методика на процеса при серийно производство на телове за заваряване и контролиране параметрите на процеса за получаване на висококачествена продукция.

Тензометричната измервателна апаратура MGCPlus е модерния избор за система за събиране на данни (DAQ) за почти всички промишлени, лабораторни и R&D измервателни приложения в стендове, калибриране, производство, претегляне, експериментален анализ на стреса и изпитването за дълготрайност.

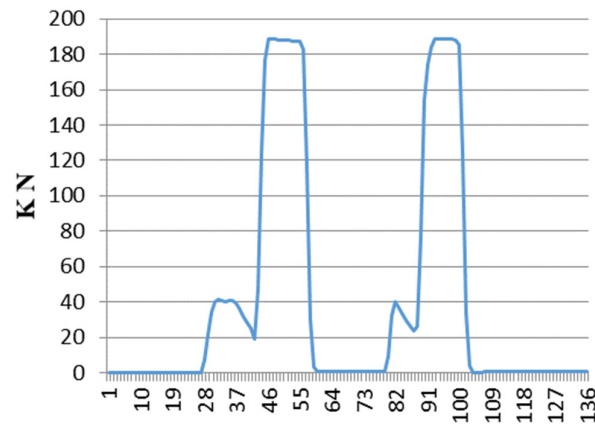
Системата MGCplus има модулна конструкция. На разположение са 2 многоканални усилвателни модула от типа ML 801. Това значи че може да се измерват до 16 отделни измерителни точки. Модулите ML 801 са предназначени за точно измерване с електро-съпротивителни тензо-датчици Half-Bridge и Full-Bridge. За нуждите на експериментите е избран тензо-датчик FUW 07 – 10KN на ESA mestechnik GmbH с максимално отклонение от линейната характеристика 0,03% и тензо-датчик тип дозакотва разработен в Институт по Металознание с максималната проектна сила 200KN и

число на линейност 0,006 t/($\mu\text{m}/\text{m}$). Дозата котва е интегрирана под контейнера 3 на установката за екструдирание.

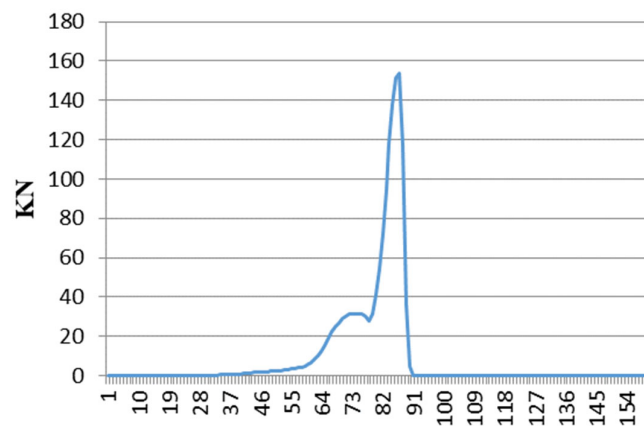
Използвайки интерфейс като Ethernet или USB, данните се изпращат към компютъра. За обработването и визуализирането на измерените стойности е избран софтуерния пакет Catman 6.03 на HBM. Catman® е мощен софтуер за събиране на данни за конфигуриране, визуализиране и анализиране на измерване. Чрез компютъра и специализирания софтуер 'CATMAN 6.03' за работа с тензометричната измерителна апаратура се реализират всички процедури по нулиране, балансиране, измерване в избрани моменти, съхраняване на информацията от измерванията и обработването и за нуждите на анализа.

2. Измерване на аксиалните натоварвания при компактиране

Компактирането на алуминиевите стружки се осъществява в контейнера 3 чрез специално направено за целта приспособление за двустранно пресоване на хидравлична преса. Измервателната доза-котва се разполага под контейнера и измерва усилията при процеса.



Фиг. 2 Характеристика на хидравличната преса



Фиг. 3 Уплътняване на стружките в контейнера

Първоначално е измерена характеристиката на пресата чрез натиск директно върху дозата-котва (фиг.2), след което е установено средното усилие от няколко цикъла на уплътняване на стружките в контейнера (фиг.3).

2. Измерване на аксиалните натоварвания при загряване и екструдирание

Измерването се осъществява чрез дозата котва стегната чрез фланец към масата на машината (фиг.4). При затягането се получава начално усилие което е отстранено чрез „Нулиране“ на дозата и по-този начин се измерват само действителните натоварвания в процеса.

Двата процеса загряване и екструдирание са по същество един продължителни процес, като при достигане на оптималната температура за екструдирание се стартира самохода по вертикалната ос. Контролирането на температурата се осъществява с безконтактен пирометър ПЛ – 92.



Фиг. 4 Тензо-датчик тип доза-котва



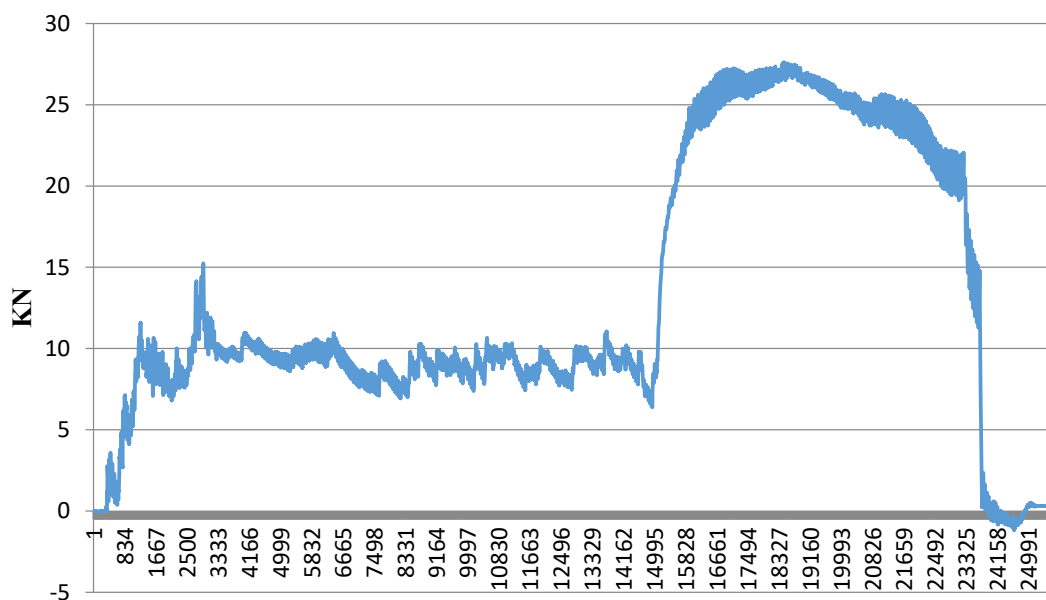
Фиг. 5 Тензометрична измервателна апаратура MGCPlus в процес на измерване

Избрана е постановка за непрекъснато измерване на натоварванията чрез MGC Plus и DAQ софтуера Catman 6.03(фиг.5.).

Усилията по време на процеса се графично представени на Фиг.6. При натоварването по време на загряването усилията се поддържат в границите от 7 KN до 10 KN където условията за постигане на работна температура са оптимални при минимизиране на обратният поток пластифициран метал през хлабините на триещата двойка. При серийно производство този процес подлежи на автоматизиране и задържане на натоварването в още по-тесни граници. При стартиране на самохода измерените усилия рязко скачат над 25 KN и се задържат в този диапазон до приключване на процеса

на екструдиране. Стойността на това натоварване се определя и от вида на използваната алуминиева сплав и диаметъра на екструдирания тел. При екструдиране на високо модифицирани легиращи пръчки с голям диаметър усилията са значително по-ниски.

Измерването на натоварванията във всеки един момент позволява установяването на оптималните режими за качествено и контролирано протичане на процеса и създаване на методика и технология за серийно производство на модифицирани телове с различен състав и диаметри, както и на високо модифицирани пръчки за легиране на алуминиеви стопилки.



Фиг. 6 Натоварвания при процеса загряване и екструдиране чрез триене

4. Изводи

- Измерването на усилията по време на компактиране на алуминиевите стружки позволява получаването на високо качествена заготовка за екструдиране, което гарантира повторемост при получаването на заваръчна тел без дефекти.
- Измерването на натоварванията във всеки един момент позволява установяването на оптималните режими за качествено и контролирано протичане на процеса и създаване на методика и технология за серийно производство на модифицирани телове с различен състав и диаметри.
- От проведените експерименти може да се твърди, че процесът е подходящ за производството на висококачествени заваръчни телове от евтини и достъпни суровини, с интегрирането на подходяща измервателна апаратура и DAQ софтуер гарантиращ достатъчна повторемост и хомологизиране на процесите.

Литература

1. Zhang, H., Li, X., Deng, X., Reynolds, A.P., Sutton, M.A., Numerical Simulation of Friction Extrusion Process. *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 253, March 2018, Pages 17-26, ISSN: 0924-0136
2. Davis J. (ed.), *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys* (ASM International, Materials Park, 1999), pp. 25–49
3. Dadbakhsh S., T.A. Karimi, C.W. Smith, Strengthening study on 6082 Al alloy after combination of aging treatment and ECAP process. *Mater. Sci. Eng. A* 527(18–19), 4758–4766 (2010)
4. Hollingsworth E., H. Hunsicker, *Metals Handbook*, vol. 13, 9th edn. (ASM International, Materials Park, 1987), pp. 583–609